

Alfred Riedl

Handlungsorientierter Unterricht in einer Verlaufs- und Wirkungsuntersuchung

Ergebnisse einer empirischen Forschungsarbeit zu
Lernprozessen im Steuerungstechnikunterricht

Teil I

Veränderte Qualifikationsanforderungen einer modernen Arbeitswelt fordern von der Berufsschule mehr den je, einen Beitrag zur Vermittlung umfassender beruflicher Handlungskompetenz zu leisten. Handlungsorientiertes Lernen hat sich in diesem Zusammenhang seit einigen Jahren als modernes Unterrichtskonzept etabliert, das ein selbstorganisiertes, aktiv-entdeckendes, eigenverantwortliches und kooperatives Lernen ermöglicht. Die vielseitigen Zielsetzungen und Versprechungen, mit denen dieses konstruktivistisch ausgerichtete didaktische Konzept verbunden wird, bedürfen zu ihrer Legitimation jedoch näherer Untersuchungen

1 Untersuchungsrahmen

Die hier vorgestellte Forschungsarbeit steht im Gesamtkontext des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' (FügrU), der von 1991 bis 1995 in Bayern lief. Sie ist Teil der wissenschaftlichen Begleitung durch den Lehrstuhl für Pädagogik der Technischen Universität München. Die Evaluationsstudie will die ganzheitlichen Strukturen und Wirkungen eines handlungsorientierten Steuerungstechnikunterrichts möglichst präzise erfassen, offenlegen und interpretieren.

Ein Forschungsschwerpunkt untersucht mittels video-unterstützter Beobachtungen durchgängig die Lernarbeit einer Schülergruppe in diesem Unterricht. Die exakte Verlaufsbeschreibung des Unterrichts ist ein erstes, eigenständiges Untersuchungsergebnis. Sie gibt einen detaillierten Einblick in den methodischen und inhaltlichen Unterrichtsablauf. Umfassend und möglichst realitätsnah wird der beobachtete Unterricht mit seinen Eigenheiten und Problemen als ein Beispiel für die Durchführung von fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhaben vorgestellt und der Diskussion geöffnet. Diese Ergebnisse finden sich in Schelten, Riedl, u.a. 1995. Eine inhalts- und ablaufbezogene Lernprozeßanalyse führt zu einem weiteren Ergebnisteil der Verlaufsuntersuchung, der nachfolgend näher vorgestellt wird.

Dem Unterricht folgt in einem zweiten Forschungsschwerpunkt eine Wirkungsuntersuchung anhand einer Handlungsaufgabe, zu deren Lösung die Schüler Lerninhalte des Unterrichts anwenden müssen. Im Mittelpunkt steht das Lösungsvorgehen der Schüler im Hinblick auf eine fachgerechte Aufgabebearbeitung. Es wird hierzu ebenfalls auf einer inhaltlichen und prozessualen Ebene analysiert und von Experten beurteilt.

Der vorliegende Beitrag wendet sich in einem ersten Teil vertiefend der Detailanalyse einer Unterrichtssequenz zu, um einen Einblick in die Lernarbeit einer Schülergruppe in einer konkreten Lernsequenz zu geben. Dabei werden Stärken und Schwächen dieses Unterrichts offenkundig. Sie werden in einem zweiten Teil an schlaglichtartig skizzierten, zentralen Ergebnissen der Handlungsaufgabe reflektiert. Daraus ergeben sich Folgerungen und Gestaltungshinweise für gewerblich-technischen, handlungsorientierten Unterricht in der Berufs-

schule. Da der Schwerpunkt dieses Beitrages auf der Darstellung von Ergebnissen liegt, werden forschungsmethodische Aspekte nicht näher skizziert.

2 Konzeption des beobachteten Steuerungstechnikunterrichts

Der untersuchte Steuerungstechnikunterricht aus dem Berufsfeld Metalltechnik wurde von StD Klaus Kipp konzipiert und durchgeführt. Er lief vom 17. Februar bis 14. Juli 1994 an der Staatlichen Berufsschule Weilheim. Beobachtet wurde der gesamte Elektropneumatikunterricht im dritten Ausbildungsjahr einer geteilten Industriemechanikerklasse. Dies sind über 19 Schulwochen je zwei Unterrichtsstunden pro Woche. Der gesamte Steuerungstechnikunterricht in Weilheim umfaßt 3 Jahrgangsstufen. Alle Lernziele dieses Lerngebietes sind zehn Lernmodulen zugeordnet. Jedes Lernmodul wird von einem Leittext strukturiert, der entlang einer zentralen Aufgabenstellung einen Lernzielkomplex behandelt. Einen Überblick über die zehn Lernmodule gibt nachfolgende Übersicht 1.

- Leittext 1: Pneumatische Grundlagen I
Problemstellung zum Spannen
- Leittext 2: Pneumatische Grundlagen II
Biegevorrichtung
- Leittext 3: Bauteile der Pneumatik
Bauteilbestimmung
- Leittext 4: Pneumatische Grundlagen III
Erweiterung des Biegewerkzeugs
- Leittext 5: Arbeit mit Diagrammen
Weg-Schritt-Diagramm
- Leittext 6: Grundlagen der Elektropneumatik
direkte-/indirekte Schaltung
- Leittext 7: Elektropneumatische Grundschaltungen I - *Reihen-/Parallelschaltung*
- Leittext 8: Elektropneumatische Grundschaltungen II - *Selbthalteschaltung*
- Leittext 9: Elektropneumatische Grundschaltungen III - *Sensoren*
- Leittext 10: Elektropneumatische Grundschaltungen IV - *Zeitrelais*

Übersicht 1: Leittexte/Lernmodule
zur Steuerungstechnik

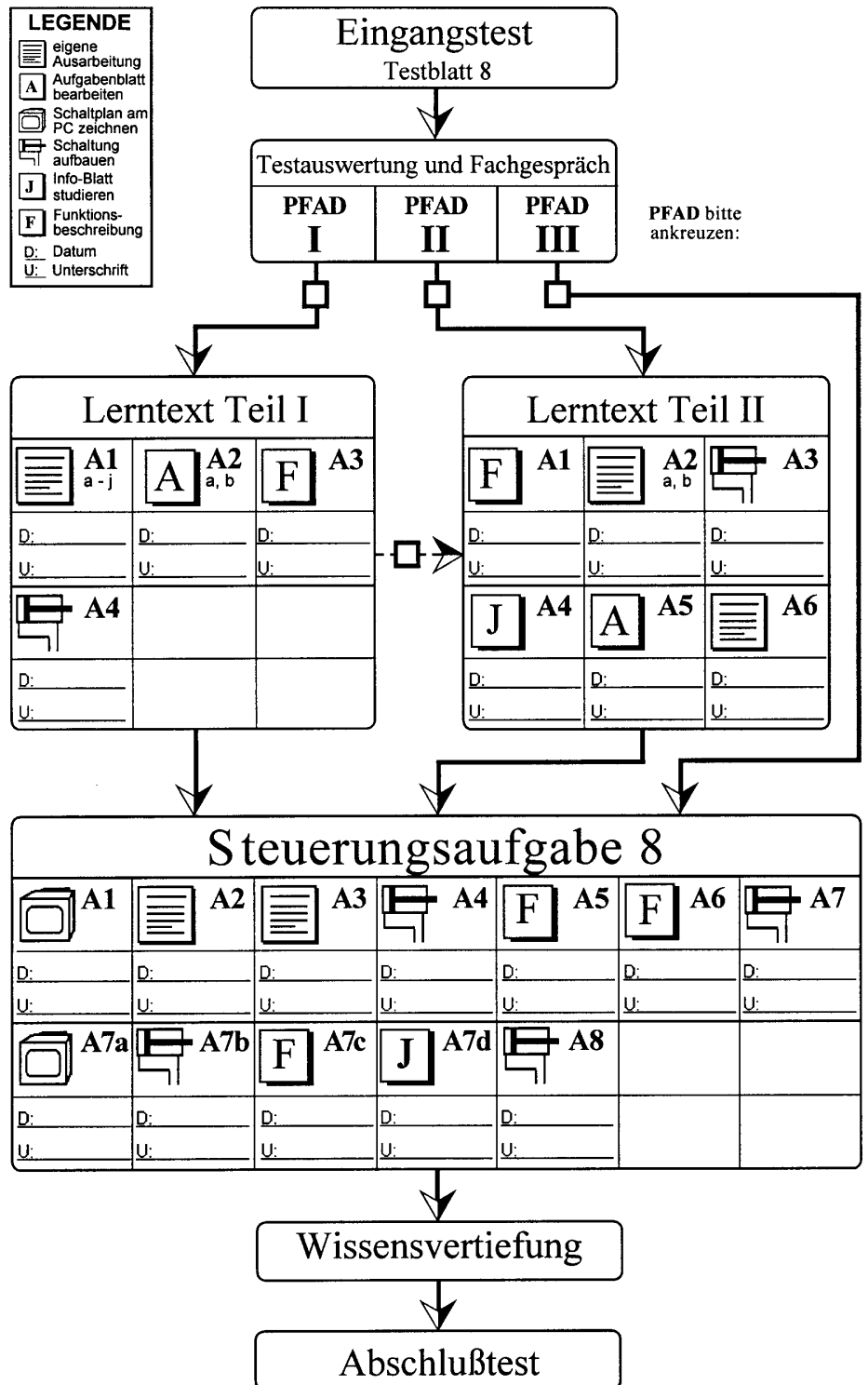
Aufgrund unterschiedlicher Lern- und Arbeitsgeschwindigkeiten einzelner Schüler können die Schülergruppen in diesem Unterricht zum Jahresende einen individuellen Kenntnis- und Bearbeitungsstand erreichen. Im folgenden Schuljahr nimmt jede Schülergruppe, die in ihrer Zusammensetzung gleich bleibt, ihre Lernarbeit in dem Lernmodul an der Stelle eines Leittextes wieder auf, an der sie im vergangenen Schuljahr aufgehört hat. Die Leittexte sind in numerierter Reihenfolge zu bearbeiten. Bis zum Ende des Steuerungstechnikunterrichts in der 12. Jahrgangsstufe sollen alle zehn Leittexte bearbeitet werden; Zusatzaufgaben sind möglich.

Die Schüler arbeiten in leistungshomogenen Gruppen aus zwei bis vier Schülern zusammen. Ein möglichst ähnliches Leistungsniveau in der Gruppe soll sicherstellen, daß sich die einzelnen Schüler ähnlich intensiv an der Lernarbeit beteiligen. Auftretende Probleme sollen nach Möglichkeit in der Gruppe oder im Partnergespräch besprochen und gelöst werden. Die Gruppen dürfen im Bedarfsfall untereinander kommunizieren und sich gegenseitig unterstützen.

Der Lehrer tritt in diesem Unterricht weitgehend in den Hintergrund, um ein eigenständiges Arbeiten der Schüler zu fördern. Leittexte nehmen in diesem Unterrichtskonzept eine tragende Rolle ein und führen die Schüler in ihrer Lernarbeit. Sie können dabei auf verschiedene Unterlagen wie Fachbücher, Herstellerunterlagen oder vom Lehrer erstellte Selbstlernmaterialien zurückgreifen. Jeder Leittext behandelt an einer steuerungstechnischen Problemstellung einen Themenbereich, dem sich ein zusammengehöriger Lernzielkomplex zuordnen läßt. Problemstellungen bauen teilweise aufeinander auf und beschäftigen die Schüler über mehrere Leittexte hinweg. Innerhalb der Leittexte können die Schüler entsprechend ihrer Vorkenntnisse unterschiedliche Lernwege beschreiten. Je nach Kenntnisstand und Vorwissen arbeiten die Schüler unterschiedlich lang und intensiv an einem Leittext. Übersicht 2, auf die sich nachfolgende Ausführungen beziehen, stellt am Beispiel von Lernmodul 8 den Ablaufplan eines Leittextes vor.

Zu Beginn einer Lerneinheit müssen die Schüler ihren Kenntnisstand in einem Eingangstest in Gruppenarbeit nachweisen. Dieser Test wird umgehend vom Lehrer korrigiert und mit

den Schülern besprochen. Das erzielte Ergebnis entscheidet über den einzuschlagenden Lernpfad. Für Lerneinheit 8 existieren drei unterschiedliche Lernpfade. Leistungsstarke Schülergruppen steigen nach dem Eingangstest direkt in die Steuerungsaufgabe ein. Sie ist Ziel der Lernarbeit innerhalb eines Leittextes und muß von allen Schülern bearbeitet werden. Für leistungsschwächere Schülergruppen bieten vorausgeschaltete Lernschleifen zu erforderlichen Wissensgrundlagen (hier Lerntextteile I u. II) eine zusätzliche Vertiefung und Ergänzung bisher zu gering ausgeprägter Vorkenntnisse, um sie so auf die Bearbeitung der Steuerungsaufgabe vorzubereiten.



Übersicht 2: Ablaufplan des Leittextes aus Lernmodul 8

Anhand der Steuerungsaufgabe werden alle in diesem Lernmodul vorgesehenen, neuen Lernziele vermittelt. Nach ihrer tiefgehenden Bearbeitung ist eine Phase zur Überprüfung und Auffrischung des eigenen Kenntnisstandes vorgesehen, in der die Schüler selbstständig anhand der für das jeweilige Lernmodul im Leittext vorgegebenen Lernziele noch vorhandene Wissenslücken erkennen und schließen sollen. Im Anschluß daran ist von ihnen ein abschließender Test für das Lernmodul in Einzelarbeit zu bearbeiten.

Das beobachtete Unterrichtsvorhaben fand in einem integrierten Fachunterrichtsraum statt, der über fünf komplett ausgestattete Gruppenarbeitsplätze verfügt. Jede dieser Arbeitsstationen umfaßt einen Theoriearbeitsbereich, einen PC mit Anwendersoftware und Textverarbeitung sowie einen Elektropneumatikarbeitsplatz zum Aufbauen der Schaltungen. Übersicht 3 zeigt eine solche Lernumgebung.

Ziel des beobachteten Unterrichts ist, den Schülern Aufbau, Logik und Funktion elektropneumatischer Steuerungen zu vermitteln. Dies soll vor allem durch das selbstständige Planen und Aufbauen von Schaltungen aufgrund problemorientierter und komplexer Aufgabenstellungen erfolgen. Das Zeichnen und Simulieren von Schaltungen mit einer Anwendersoftware am PC nimmt einen wichtigen Platz in diesem Unterrichtskonzept ein. Ebenso das funktionsfähige Aufbauen der Steuerungen. Ein wichtiger Unterrichtsbestandteil ist auch das Erstellen von Funktionsbeschreibungen, die für nahezu alle anzufertigenden Schaltungen gefordert sind. Die Schüler dokumentieren ihre Lernarbeit durch schriftliche Aufzeichnungen wie z.B. Funktionsbeschreibungen, Schaltpläne, etc., die sie in der Gruppe gemeinsam erstellen und für jedes Gruppenmitglied fotokopieren.

3 Ergebnisse der Detailanalyse einer Unterrichtssequenz

Nachfolgende Darstellungen geben einen Einblick in den inhaltlichen und prozessualen Lernverlauf der beobachteten Unterrichtseinheit mit ihren Stärken und Schwächen. Ausgewählt wurde Lernmodul 8 (siehe Übersicht 1), da sich bei der Bearbeitung der Handlungsaufgabe nach dem Unterricht insbesondere zu den hier zentralen Lerninhalten einer Selbsthalteschaltung bei vielen Schülergruppen Probleme offenbarten.

Die Bearbeitung dieser Lerneinheit umfaßt insgesamt acht Unterrichtsstunden an vier Schultagen. Folgende Lernziele sind in dieser Lerneinheit vorgesehenen.

Lernziele der Lerneinheit 8: Die Schüler sollen ...

... eine direkte und eine indirekte Schaltung zeichnen und aufbauen und den Aufbau und die Funktion dieses Schaltungsprinzips erklären können.

... die Selbsthalteschaltungen 'Dominierend Ein' und 'Dominierend Aus' zeichnen und aufbauen und den Auf-



Übersicht 3: Lernumgebung für eine Schülergruppe

bau und die Funktion einer Selbsthalteschaltung erklären können.

... den Unterschied zwischen einer Selbsthalteschaltung 'Dominierend Ein' und 'Dominierend Aus' erklären können.

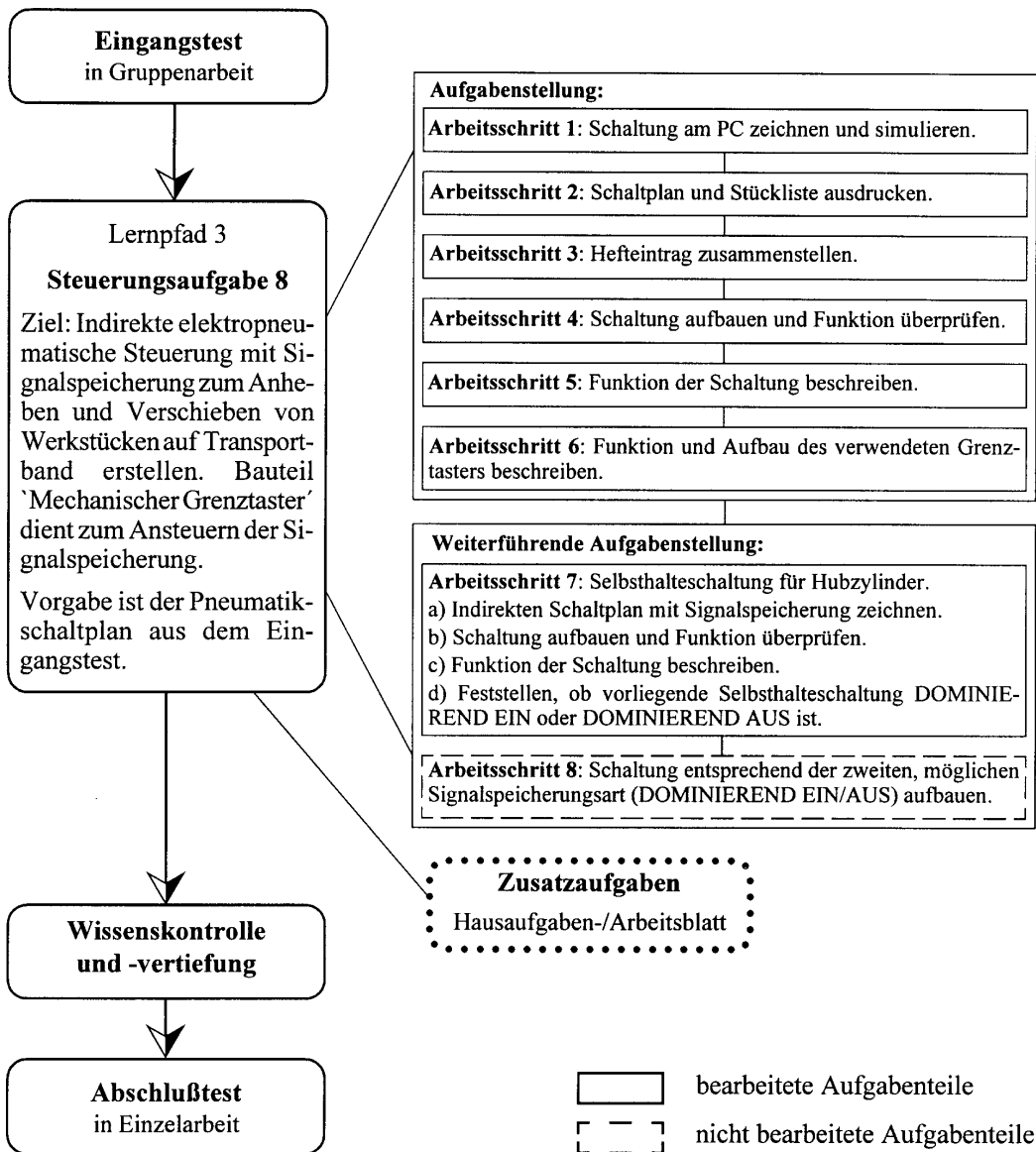
... den Aufbau und die Funktion eines mechanischen Grenztasters erklären können.

Übersicht 4 skizziert Lernverlauf und Aufgabenstellung in Lernmodul 8 am Beispiel der Schülergruppe aus Übersicht 3.

Im Eingangstest zu Lerneinheit 8 (alle Unterlagen zu Lernmodul 8 sind in Riedl 1998, S. 272ff. abgedruckt) übernehmen die Schüler verschiedene Aufgaben, um rasch vorwärts zu kommen. Dadurch befaßt sich nicht jeder Schüler mit allen theoretischen und praktischen Testfragen. Der Test führt auf die Steuerungsaufgabe anhand der dort zu bearbeitenden Pneumatikschaltplanvorgabe hin und überprüft die für ihre Bearbeitung erforderlichen Voraussetzungen. In der Testbesprechung geht der Lehrer ausführlich auf die Notwendigkeit einer Signalspeicherung zur Realisierung der geforderten Schaltung ein. Er stellt so sicher, daß allen Schülern diese für Lernmodul 8 zentrale Problemstellung klar wird.

Die Schüler erbringen mit einem sehr guten Testergebnis den Nachweis der erforderlichen Kenntnisse. Sie steigen direkt in die Steuerungsaufgabe 8 (Lernpfad 3 in Übersicht 2) ein. Dort sind zwei Schaltungsvarianten gefordert. In einem ersten Aufgabenteil (siehe Übersicht 4) muß in den Arbeitsschritten 1 bis 6 (nachfolgend abgekürzt AS) der vorgegebene und bereits vom Testblatt her bekannt Pneumatikschaltplan in eine elektropneumatische Schaltung ohne Signalspeicherung transformiert werden. Anhand der daraus zu gewinnenden Erkenntnis einer erforderlichen Selbsthalteschaltung ist diese Steuerung in der weiterführenden Aufgabenstellung durch eine Signalspeicherung zu erweitern.

Bei der Bearbeitung der Steuerungsaufgabe (siehe Übersicht 4) übernehmen einzelne Schüler verschiedene Ar-



Übersicht 4: Bearbeitungsverlauf in Lernmodul 8

beitsschritte. Einer zeichnet den in AS 1 geforderten Schaltplan sofort am PC. Eine vorausgehende Skizze wäre zur Planung sinnvoll. Ein Schüler baut sofort ohne vorliegenden Schaltplan an einer Schaltung am Steckbrett (AS4). Dies ist fachlich nicht korrekt. Zwei Schüler beschäftigen sich mit den weiterführenden Aufgabenstellungen (AS7), ohne die darauf hinführenden Lernschritte vorausgehender Aufgaben zu absolvieren. Dabei ist einer aufgrund fehlenden Überblicks der Meinung, der hier geforderte Schaltplan (AS7a) sei bereits in der vorausgehenden Stunde erstellt worden. Er fordert vom Lehrer diese bei ihm zur Kontrolle abgegebenen Unterlagen an. Obwohl der Lehrer die Schülermeinung anzweifelt, erhält der Schüler die geforderten Unterlagen. Der Lehrer läßt somit zu, daß die Schüler eine andere als die geforderte Schaltung aufbauen. Er ermöglicht ihnen damit jedoch, dies durch ein intensives Vergleichen der Aufgabe mit der bereits vorliegenden Schaltung selbst zu erkennen. Die Schüler bemerken und korrigieren relativ bald ihren Irrtum und brechen die Bearbeitung von AS7b ab.

Nachdem sich die Schüler zu zwei Kleingruppen for-

miert haben, arbeitet die eine am Schaltungsaufbau (AS4) ohne daß ihnen eine schriftliche Planung vorliegt, die andere an der Zeichnung und Simulation (AS1). Ein Schüler kommt durch eine falsche Bauteilwahl bei AS1 am PC nicht mehr weiter. Er bittet darauf einen Schüler der anderen Kleingruppe, mit ihm die Aufgaben zu tauschen, was dieser bereitwillig tut. Hier zeigt sich, daß die Schüler bereit und in der Lage sind, verschiedene Aufgaben zu übernehmen und sich in den Dienst der Gruppe stellen.

Gegen Stundenende kommt der Lehrer zur Gruppe, bespricht und testet die korrekt erstellte elektropneumatische Schaltung - hier noch ohne Signalspeicherung. Die Schüler weisen dabei nach, daß sie die Schaltungsfunktion verstehen. Anschließend fordert der Lehrer die Gruppe auf, die Schaltung noch einmal vertiefend zu durchdenken. Am Stundenende erfolgt keine Protokollierung der Arbeit.

Dies behindert am folgenden Unterrichtstag einen unmittelbaren Arbeitsbeginn. Nach Verzögerungen arbeitet ein Schüler erneut an einem Problem zur Schaltungssimulation. Die anderen unterstützen ihn dabei mehr oder weniger. Erst nach Aufforderung durch den Lehrer bearbeiten sie die von der Aufgabe geforderte Funktionsbeschreibung (AS5) zu der bereits in der vergangenen Stunde aufgebauten Schaltung. Dabei übernehmen zwei Schüler jeweils federführend Aufgabenstellungen. Sie werden von den anderen beiden unterstützt, ohne daß diese konzentriert mitarbeiten. Hier zeigt sich die Möglichkeit für die Schüler, sich in der Gruppe verstecken zu können. Da der Lehrer dies jedoch erkennt, fordert er die beiden auf, sich mit AS7 - der Signalspeicherung - zu beschäftigen.

Als ein Schüler die Funktionsbeschreibung zur ersten Schaltungsvariante ohne Signalspeicherung (AS5) fertiggestellt hat, ruft der Lehrer in einem Fachgespräch die Gruppe zusammen. Er führt sie zu einem Erkenntnis-schritt, der die Notwendigkeit einer Selbsthaltung für die erstellte Schaltung begründet und somit erklärend und motivierend wirkt.

Die Schüler versuchen anschließend, am Steckbrett ohne vorher erstellten Schaltplan ihre erste Schaltungsvariante zu modifizieren. Bei diesem fachlich nicht korrekten Vorgehen ohne schriftliche Planung gelingt es ihnen jedoch bis zum Stundenende nicht, die geforderte Selbsthaltungeschaltung in die erste Schaltungsvariante zu integrieren. Eine weniger komplexe Aufgabe zur Ansteuerung eines Relais hätte losgelöst von der Steuerungsaufgabe in einem einfachen Funktionsbeispiel das Schaltungsmuster zur Selbsthaltung den Schülern leichter verdeutlichen und ihnen die prinzipielle Funktionsweise nahebringen können. Ein Protokoll dieser Stunde wird erneut nicht erstellt.

In der folgenden Unterrichtseinheit fordert der Lehrer die Gruppe auf, an zwei Steckbrettern das Prinzip einer Selbsthaltungeschaltung aufzubauen. Er hat ihre Probleme zur Signalspeicherung erkannt und versucht, die Schüler zur Erarbeitung dieses Wirkprinzips zu führen. Seine Hilfestellungen beziehen sich auf Hinweise zum Vorgehen ohne die Lösung vorzugeben. Ein Schüler zeichnet am PC die geforderte Signalspeicherung, die anderen arbeiten ohne vorliegende schriftliche Planung für die Selbsthaltung an zwei Steckbrettern.

Die vom Schüler am PC richtig gezeichnete Schaltung funktioniert in der Simulation aufgrund fehlerhaft verbundener Leitungsanschlüsse, die Softwareschwächen zuzuschreiben sind, nicht. Nachdem der Lehrer dem Schüler den Schaltplan als korrekt gezeichnet bestätigt, druckt dieser den Plan aus. Eine Schaltungssimulation ist nicht möglich. Anschließend arbeitet er mit einem weiteren Schüler am Schaltungsaufbau.

Die andere Kleingruppe wird durch einen hinzukommenden Schüler einer anderen Gruppe der Klasse bei der Fehlersuche ihrer noch nicht funktionstüchtigen Schaltung unterstützt. Die Gruppe dieses Schülers hat bereits eine funktionierende Schaltung erstellt. Er hilft der Kleingruppe kurz bei der Verkabelung und erklärt ihr den prinzipiellen Aufbau. Nach einiger Zeit funktioniert mit seiner Hilfestellung die Schaltung zu AS4. Die Kleingruppe präsentiert dem Lehrer ihre Schaltung, die sehr gut vom helfenden Schülers erklärt worden ist. Auch die andere Kleingruppe hat kurz darauf ihre Schaltung erfolgreich aufgebaut.

Beiden Kleingruppen gibt der Lehrer ein Arbeitsblatt, das sie laut Aufgabenstellung selbst hätten anfordern müssen. Es will die Fähigkeit zum Unterscheiden von Selbsthaltungen 'Dominierend Ein' oder 'Aus' vertiefen. Die auf dem Arbeitsblatt geforderten Schaltungen werden jedoch nicht gezeichnet; lediglich den Lückentext ergänzen die Schüler. Sie wenden sich relativ schnell wieder ihrer Steuerungsaufgabe zu, da sie nun die geforderte Schaltung realisieren wollen. Die Kleingruppen arbeiten kurz an AS7d, der ein Identifizieren ihrer aufgebauten Schaltungen nach der Funktion 'Dominierend Ein' oder 'Aus' fordert. Der Einsatz des Arbeitsblattes ist in der ausgeführten Art nicht besonders lernwirksam, da die Schüler die Anweisungen nicht korrekt ausführen und wesentliche Aufgabenteile durch das Weglassen der geforderten Schaltungsskizzen zu den Funktionen 'Dominierend Ein' oder 'Aus' nicht durchlaufen.

Vom Lehrer erfolgt hier keine explizite Kontrolle.

Beim Versuch, ihre Schaltungen umzubauen, unterstützen sich beide Kleingruppen gegenseitig. Trotz zur Verfügung stehender Informationsunterlagen gelingt ihnen der Umbau zur geforderten Schaltung entsprechend AS7b längere Zeit nicht. Sie sind an dieser Stelle nicht in der Lage, die schriftlichen Informationen für die geforderte Selbsthaltungeschaltung zu verwerten.

Eine andere Gruppe der Klasse hat beide Selbsthaltungeschaltungsarten nebeneinander aufgebaut. Der Lehrer ruft die restlichen Schüler der Klasse hinzu und erläutert ausführlich in einer frontalunterrichtlichen Phase durch Demonstration die Unterschiede der Schaltungsarten. Beide Kleingruppen wollen nun die Erklärungen des Lehrers umsetzen, was ihnen aber in der knappen Zeit bis zum Stundenende nicht gelingt. Sie erhalten zur Vertiefung des vom Lehrer Gesagten ein Hausaufgabenblatt, das zur Selbsthaltung wichtige Lerninhalte gut bündelt und anhand dessen die Schüler eben behandelte Lerninhalte noch einmal selbst erarbeiten können. Eine Protokollierung der Stunde erfolgt erneut nicht.

Am folgenden Unterrichtstag fehlt ein Schüler. Der Lehrer gibt den drei restlichen Schülern das Arbeitsblatt, das bereits in der vergangenen Doppelstunde oberflächlich bearbeitet wurde (nur der Lückentext), zur erneuten Bearbeitung. Ein Schüler beschäftigt sich damit, die anderen beiden besprechen das Hausaufgabenblatt, das sie Zuhause nicht bearbeitet haben. Nach einiger Zeit fordert der Lehrer die Gruppe auf, die bearbeiteten Blätter abzugeben. Der Lehrer teilt ihnen mit, daß Lernmodul 8 heute abzuschließen sei und der Abschlußtest anstehe. Die im Leittext geforderte, zweite Schaltungsvariante (AS8) wird von den Schülern nicht aufgebaut.

Vor dem Abschlußtest regt der Lehrer die Gruppe zur selbständigen Wissenskontrolle an. Hierbei kontrollieren die Schüler anhand der vorgegebenen Lernziele selbständig ihren Wissensstand, ziehen zur Wissensauffrischung vorhandene Unterlagen heran und tauschen sich im Gruppengespräch intensiv aus. Diese Phase stellt einen wichtigen Baustein in der Leittextarbeit dar, da sie die geforderten Lernziele einer Selbstkontrolle durch die Schüler zuführt und vertieft. Die Schüler gehen nach dieser Phase von sich aus auf den Lehrer zu, um den Abschlußtest in Einzelarbeit zu bearbeiten. In diesem Test ist ähnlich wie in Steuerungsaufgabe 8 die theoretische Planung einer Selbsthaltungeschaltung und ihre praktische Umsetzung gefordert. Ein Schüler der Gruppe löst zügig die Aufgaben. Den beiden anderen Schülern gelingt dies nicht auf Anhieb. Sie sind längere Zeit mit der Fehlersuche an ihrer aufgebauten Schaltung beschäftigt. Ihr Vorgehen wirkt hierbei etwas unstrukturiert. Bis zum Ende der Bearbeitungszeit gelingt es den beiden, durch eine geringe Hilfestellung des Lehrers eine funktionierende Schaltung zu erstellen. Damit ist die Testbearbeitung, insbesondere der schriftlichen Anteile, erfolgreich.

Auf der Grundlage dieser Verlaufsanalyse erfolgt nachfolgend eine übergreifende Unterrichtsinterpretation aus der Sicht des Verfassers. Vorausgehende Darstellungen ermöglichen aber auch eigene Interpretationen.

Alfred Riedl

Teil II

Vorausgehend erfolgte die inhaltliche und prozessuale Analyse eines handlungsorientierten Steuerungstechnikunterrichts in einem Unterrichtsausschnitt. Sie legt in einem tiefen Einblick seinen konkreten Verlauf mit Stärken aber auch Schwächen offen. Darüber hinaus wird nun der gesamte, beobachtete Steuerungstechnikunterricht aus Sicht des Verfassers interpretiert.

Diesen Unterricht, der sich über mehrere Jahre entwickelt hat, kennzeichnet ein hohes Qualitätsniveau. Aufgrund der zeitlich langfristigen Unterrichtskonzeption besitzt dieser Unterricht eine besonders hohe Kontinuität. Er unterstützt in vielen Bereichen ein aktives, selbständiges und selbstgesteuertes, konstruktives, situatives und soziales Lernen. Über die Lösung von berufsnahen, komplexen Aufgabenstellungen wird vorwiegend in vollständigen Handlungen Theorie erarbeitet. Wissenserwerb findet im beobachteten Unterrichtsvorhaben vielfach konstruktiv beim Aufbauen von Wissensstrukturen und dem Vernetzen mit bereits bestehendem Wissen statt. Dabei werden auftretende Fehler sinnvoll in die Wissenskonstruktion einbezogen. Jedoch müssen veränderte oder neu entstandene Wissensstrukturen kaum in neuen Situationen zum Einsatz gebracht werden. Die vom Unterricht angestrebten Lernziele werden an konkreten Aufgabenstellungen mit Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten vermittelt. Dabei erkennen die Lernenden die Bedeutung und den Anwendungsbezug der erworbenen Kenntnisse an einer dem Berufsfeld entstammenden Aufgabe.

Der Unterricht ermöglicht einen sehr hohen Grad an innerer Differenzierung. Da die leistungstarken Schüler weitgehend selbständig arbeiten, profitieren insbesondere leistungsschwächere Schüler davon, daß sich der Lehrer ihnen stärker zuwenden kann. Ein schülergerechtes Anforderungsniveau und interessante Lerngegenstände ergeben ein positives Erleben der Lernsituation. Die Schüler sind zur Selbstevaluation ihrer Lernfortschritte angehalten. Der Lehrer nimmt sich weitgehend zurück. Er verkörpert nahezu ideal die von ihm in einem solchen Unterricht geforderte Berater- und Expertenrolle. Der Zusammenhang zwischen theoretischer Planung und praktischer Ausführung mußte von ihm jedoch noch stärker betont und eingefordert werden. Probleme entstehen durch eine ungenügende Protokollierung der Lernarbeit.

Soziales Lernen begleitet die fachlichen Unterrichtsinhalte. Der Unterricht erfordert Kooperation und Kommunikation und bietet viele Möglichkeiten und Anreize für verbale Austauschprozesse. Hierbei unterstüt-

Handlungsorientierter Unterricht in einer Verlaufs- und Wirkungsuntersuchung

Ergebnisse einer empirischen Forschungsarbeit zu Lernprozessen im Steuerungstechnikunterricht

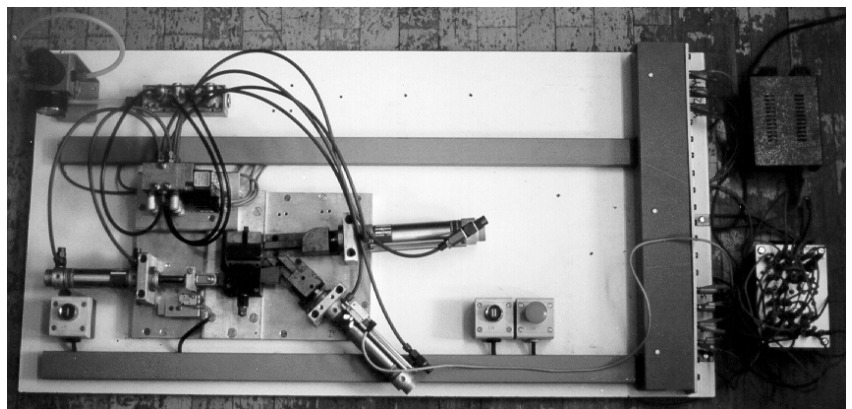
zen sich die Lernenden in leistungshomogen zusammengesetzten Gruppen gegenseitig, in denen sie sich mit ähnlicher Aktivität an der Lernarbeit beteiligen. Schüler als auch Lehrer betrachten sich als gleichberechtigte Gesprächspartner.

4 Ergebnisse der Handlungsaufgabe

Zur Wirkungsuntersuchung des beobachteten Unterrichts dient eine Handlungsaufgabe, die im Hinblick auf eine mögliche Berufsrelevanz konstruiert wurde. Um Aussagen zu den im Unterricht gelernten und von den Schülern zur Aufgabenlösung herangezogenen Unterrichtsinhalten treffen zu können, fordert die Aufgabenstellung ausschließlich im Unterricht behandelte Elemente zur Lösung. Sie unterscheidet sich jedoch aufgrund ihrer größeren Komplexität von den Lernsituationen des Unterrichts. Die Aufgabenstellung für die in Übersicht 5 abgebildete Biegevorrichtung für Haltewinkel gibt den Schülergruppen eine fehlerfreie, teilverkabelte Anlage vor. Der Pneumatikteil ist komplett angeschlossen.

Bei der vorgegebenen Anlagenfunktion fährt der linke Zylinder 1.0 (siehe Übersicht 5) ein und spannt das Werkstück. Der in einem Winkel von ca. 45 Grad stehende Zylinder 2.0 fährt aus und biegt den Haltewinkel vor. Die Aufgabe der Schüler ist nun, Zylinder 2.0 wieder einfahren zu lassen und durch das gleichzeitige Ausfahren von Zylinder 3.0 das Werkstück wie gefordert zu biegen. Der elektrische Schaltungsteil ist hierzu von den Schülern fertigzustellen. Diese Aufgabe verfolgt zum einen das Ziel, daß sich die Schüler in eine bereits vorhandene Schaltung eindenken, sie erfassen und analysieren müssen. Weiter sollen die Schüler in der Bearbeitungssituation ihre Fähigkeit entsprechend den Unterrichtszielen nachweisen, Schaltungen selbst zu planen, aufzubauen und zu dokumentieren.

Zwölf Schülergruppen können nach durchlaufenem Unterricht zur Handlungsaufgabe herangezogen werden.



Übersicht 5: Biegevorrichtung als Handlungsaufgabe

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6	Gruppe 7	Gruppe 8	Gruppe 9	Gruppe 10	Gruppe 11	Gruppe 12
Aufgabe gelöst	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Gesamtbearbeitungszeit in Minuten ¹⁾	45	115	94	126	125	98	113	119	127	162	123	83
Anlagenfunktion	gefordert + erweitert	gefordert	gefordert	-	zyklischer Ablauf ⁶⁾	erweitert	gefordert	zyklischer Ablauf ⁶⁾	AI2 ⁴⁾	erweitert	gefordert	erweitert
Anlagenfunktion nach Zeit in Minuten ²⁾	17	115	34	-	93	68	74	110	-	100	121	58
deckungsgleiche Dokumentation	ja	nein	ja	-	ja	nein	nein	nein	-	ja	ja	nein
vorgegebene Datei umgehend genutzt	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein
Simulation erfolgreich nach Zeit in Minuten	42	106	nein ³⁾	nein	nein	nein	nein	92	nein	nein ³⁾	119	nein ³⁾
explizites Planen des Vorgehens	nein	ja	nein	-	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
erster Schaltungsentwurf	komplett	AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾	-	ZR ⁵⁾ AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾	AI2 ⁴⁾
Speichererkennung	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
sicheres Verkabeln des Näherungsschalters	ja	nein	nein	-	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Elektropneumatik-ausbildung im Betrieb	nein nein	ja ja	ja ja nein	ja ja	ja nein	nein nein nein	nein nein	nein nein	nein nein nein	ja ja	ja ja	ja ja nein

1) durchschnittliche Bearbeitungszeit aller Gruppen ca. 111 Minuten

2) durchschnittliche Zeit der erfolgreichen Gruppen ca. 79 Minuten

3) beeinflusst durch softwarespezifische Probleme

4) Alternieren des Zylinders 2.0

5) Zeitrelais, angesteuert durch S1 und S2

6) zyklisch aufeinander folgende Bewegung der Zylinder 2.0 und 3.0

Übersicht 6: Gesamtüberblick über einige charakteristische Merkmale der Aufgabenbearbeitung für alle Gruppen

Entsprechend den Lern- und Arbeitssituationen des Unterrichts arbeiten sie in Partner- oder Gruppenarbeit. Die Aufgabe bietet Spielräume innerhalb des Lösungsvorgehens. Sämtliche gewünschten und vorhandenen Hilfsmittel sind zugelassen. Die videoprotokolierte Aufgabenbearbeitung der Schüler wird durch Experten im Hinblick auf ein fachgerechtes Vorgehen beurteilt.

Die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Gruppen sind äußerst vielschichtig und tiefgehend. Sie können aufgrund ihres Umfangs hier nicht vorgestellt werden (näher hierzu siehe Riedl 1998, S. 196ff.). Übersicht 6 gibt eine tabellarische Ergebniszusammenfassung anhand charakteristischer Bearbeitungsmerkmale für alle Gruppen wieder. Daraus lassen sich folgende zentrale Merkmale der Aufgabenbearbeitung herausstellen:

- 10 von 12 Gruppen lösen die Aufgabe erfolgreich.
- Bei 11 Gruppen behindern Wissensdefizite den Schaltungsentwurf.
- Defizite liegen insbesondere zu Grundlagenwissen vor, weil ursächliche Zusammenhänge teilweise nicht erkannt oder falsch interpretiert werden.
- Die Gruppen zeigen weitgehend eine ausgeprägte Problemlösefähigkeit.
- Nur drei Gruppen planen praktische Ausführungen fachlich korrekt vorher schriftlich.
- Den meisten Gruppen bereiten Bezüge zwischen praktischer Anlagenausführung und der schriftlichen Planungsunterlagen Probleme.

Zusammenfassend lässt sich sagen, daß bei der Aufgabenlösung viele der im Unterricht erworbenen Wissens-

bestandteile herangezogen werden können. Jedoch nur eine Schülergruppe erreicht umgehend eine korrekte Lösung. Alle weiteren Gruppen haben mit einem zur Lösung erforderlichen, komplexen Schaltungsmuster - einer Speichereerkennung - Probleme. Die hierbei erkennbaren Wissensdefizite deuten auf Mängel im Grundlagenwissen zu diesem, im vorausgehenden Unterricht behandelten Themenkomplex hin. Die erforderlichen, ursächlichen Zusammenhänge mit ihrem Wirkungsprinzipien sind nicht klar genug. Sie können daher in einer neuen, komplexeren Situation nicht umgesetzt werden. Einfachere Lösungsschritte werden jedoch von allen sicher bearbeitet.

Neben der umgehend erfolgreichen Gruppe lösen neun weitere Gruppen nach längerer Bearbeitung die Aufgabe. Eine weitere Gruppe kommt der Lösung nahe, nur eine Gruppe ist nicht in der Lage, sich einer erfolgreichen Lösung zu nähern. Hierbei zeigen die Schüler während der gesamten Bearbeitung eine ausgeprägte, auf den vorausgehenden handlungsorientierten Unterricht zurückführbare Problemlösefähigkeit. Das Bearbeitungsvorgehen der meisten Schülergruppen ist jedoch fachlich nicht korrekt, da nur drei der zwölf Gruppen ihre praktische Aufgabenbearbeitung durchgängig schriftlich planen. Bei dieser für eine professionelle Aufgabenlösung zwingend erforderlichen Schaltungsplanung bereitet ein Herstellen von Bezügen zwischen theoretischen Überlegungen und praktischer Ausführung Probleme. Abstriche ergeben sich auch bei der Dokumentation der verkabelten Schaltung, die von vielen Gruppen nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der praktischen Aufgabenbearbeitung gesehen wird. Nur bei

der Hälfte der erfolgreichen Gruppen entspricht sie dem tatsächlichen Verkabelungszustand der Anlage.

Zusammenhänge zwischen der Durchführung betrieblicher Lerneinheiten zur Elektropneumatik und dem Erfolg bei der Aufgabenlösung lassen sich hier nicht feststellen.

5 Bezüge zwischen dem Unterricht und der Handlungsaufgabe

Für die Lernwirksamkeit des evaluierten Unterrichts im Hinblick auf die Vermittlung von anwendungsrelevantem Wissen in einer berufstypischen Situation zeigt sich, daß neben der Vermittlung von neuen Fachinhalten auch überfachliche Qualifikationen angebahnt werden. Die Handlungskompetenz der Schüler nimmt zu. Auf der Grundlage dieses Unterrichts gelingt den meisten Schülergruppen nach länger dauernden aktiv handelnden Problemlöseversuchen die Lösung einer berufsnahen Handlungsaufgabe. Hierzu können viele der im Unterricht erworbenen Wissensbestandteile herangezogen werden.

Teilweise aufgetretene Wissensdefizite weisen jedoch auf Mängel im Grundlagenwissen hin. Da sich das Vorgehen der Schüler im beobachteten Unterricht in erster Linie auf das Erreichen der geforderten Anlagenfunktion richtet, besitzt es häufig finalen Charakter. Die Schüler erwerben dabei in erster Linie ein Verfahrenswissen zum Erstellen von Schaltungen. Grundlagen- und Prinzipienwissen als Begründungshintergrund, das die Übertragbarkeit der Wissensinhalte auch auf neue, andersartige Probleme erleichtern würde, sind als Folge davon nicht genug ausgeprägt. Eine theoretische Durchdringung der Lerninhalte erfolgt oft nicht mit dem gewünschten Tiefgang.

Bei der Aufgabenlösung ist bei allen Gruppen erkennbar, daß Bezüge zwischen theoretischer und praktischer Bearbeitung nicht immer unmittelbar hergestellt werden können. Im Unterricht werden neu erworbene Inhalte meist nur bezogen auf eine oder wenige bestimmte Problemsituationen angewendet. Der Übertrag von Lerninhalten auf neue Kontexte und ihre Betrachtung unter multiplen Perspektiven ist zu gering ausgeprägt. Vielschichtigere und explizite Problembearbeitungen könnten dem entgegenwirken. Ein erworbenes Wissen könnte so stärker dekontextualisiert und einer breiteren Anwendbarkeit zugeführt werden.

6 Folgerungen

Grundsätzliche Gefahr in einem im gewerblich-technischen Bereich oft leittextgesteuerten Unterricht ist eine vorwiegend finale Aufgabenbearbeitung, bei der die Schüler insbesondere die praktische Aufgabenlösung verfolgen. Dem muß durch die nachdrückliche Vermittlung theoretischer Lerninhalte begegnet werden. Dies kann in Lernsequenzen erfolgen, die Wirkprinzipien, Begründungszusammenhänge und Wissensgrundlagen des Handlungsziels theoretisch reflektieren und somit die Zielorientierung der Aufgabenstellungen gewährleisten. Ziel eines handlungsorientierten Unterrichts muß eine integrative Förderung aller Wissensarten sein, die

über ein zielgerichtetes Funktionswissen hinaus auch Grundlagen- und Prinzipienwissen umfaßt.

Ein solcher Unterricht muß konsequent handlungssystematisch geplant werden und theoriehaltige praktische Handlungsvollzüge in vollständigen Handlungen ermöglichen. Der Sachlogik und dem Theoriegehalt dieses Handlungsgerüsts kommen daher eine besondere Bedeutung in einem solchen Unterricht zu.

Erforderlich ist ein komplexer Lerngegenstand, dessen problemhaltige Aufgabenstellungen einen Planungsaufwand erforderlich machen. Bei der Lernarbeit muß ein professionelles Arbeiten sichergestellt werden, das sich am aktuellen Stand der beruflichen Technologie orientiert.

Die dosierte Unterstützung der Schüler durch die Lehrkraft wirkt besonders förderlich auf die Lernarbeit und beugt einer Orientierungslosigkeit und Überforderung der Lernenden vor. Solchen Maßnahmen, die das individuelle Lernen der Schüler begleiten, kommt somit eine hohe Bedeutung zu. Ein umfassender und zielgerichteter Wissenserwerb von deklarativem, domänenspezifischem Wissen läßt sich ebenso wie kognitive und metakognitive Fertigkeiten und Strategien durch stetige Rückmeldungen verbessern.

Die Lernfortschritte in einem stark individualisierten Unterricht müssen für die Lernenden erkennbar gemacht werden. Fachgespräche bieten sich hierzu an. Eine Ergebnissicherung und Dokumentation der Lernarbeit, die von den Schüler weitgehend selbst gestaltet werden sollen, sind zwingend nötig.

Die für kooperatives und kommunikatives Lernen erforderlichen Arbeitsgruppen müssen vorwiegend auf freiwilliger Basis gebildet werden. Leistungshomogene Gruppen sind für einen fachbezogenen Kenntniserwerb durch eine weitgehend gleichmäßige Beteiligung der Schüler an der Lernarbeit besonders förderlich. Kleine Gruppengrößen bis zu drei Schülern ermöglichen leichter die Aktivierung aller Lernenden. Zu große Gruppen bergen die Gefahr einer Aufgabenverteilung oder eines Rückzugs einzelner Schüler, was eine unvollständige Lernarbeit nach sich zieht.

Leistungskontrollen müssen in integrativer Form dem ganzheitlichen Vorgehen im Unterricht entsprechen. Klassen mit größeren Schülerzahlen können meist nur durch zwei Lehrkräfte anforderungsgerecht betreut werden. Ihnen bieten sich entsprechend den spezifischen Anforderungen des Lerngebiets verschiedenste Kooperationsmöglichkeiten.

7 Ausblick

Die gegenwärtige Situation des Umbruchs und der Neuorientierung des dualen Bildungsgefüges fordern von den Bildungspartnern, ihren spezifischen Aufgabenbereichen nachzukommen. Gegenüber dem Betrieb kommt der Berufsschule ein mehr betrachtendes, aufnehmendes Lernen zu, das stärker Begründungszusammenhänge betont. Handlungsorientiertes Lernen hat sich in der Berufsschule in diesem Zusammenhang seit einigen Jahren als modernes Unterrichtskonzept etabliert, das die

Interdependenz von Handeln und Lernen berücksichtigt und ein aktiv-entdeckendes, selbstorganisiertes, eigenverantwortliches und kooperatives Lernen fördert. Dieser ganzheitliche Lernansatz spricht die Ausprägung aller Wissensarten und ihre gegenseitige Verknüpfung in der Berufsschule an (vgl. Schelten 1997). Durch ihn lassen sich umfassend berufsrelevante Kompetenzen vermitteln.

Ausschließlich und durchgängig handlungssystematisch geplanter Unterricht müßte jedoch zwangsläufig durch die hohe Zielbezogenheit des Lernens vertiefende, theoriehaltige Unterrichtssequenzen vernachlässigen. Einem ausschließlich fachsystematisch konzipierten Unterricht fehlt dagegen weitgehend der unmittelbare Anwendungsbezug und somit der Bedeutungsgehalt der Lerninhalte. Ein qualitativ hochwertiger Unterricht in der Berufsschule, der als Ziel eine umfassende berufliche Handlungskompetenz verfolgt und die Anwendbarkeit von Gelerntem sicherstellen will, muß sich demnach sowohl an einer handlungssystematischen Grundorientierung ausrichten als auch fachsystematisch gegliederte Lernsequenzen einbeziehen. Durch ein ergänzendes fachsystematisches Vorgehen, das Grundlagenwissen systematisch erarbeitet, läßt sich handlungsorientierter Unterricht sinnvoll ergänzen und bereichern.

Literatur:

RIEDL, Alfred: Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Elektropneumatikunterrichts und Analyse einer Handlungsaufgabe. Frankfurt am Main: Verlag Peter Lang 1998

SHELLEN, Andreas: Aspekte des Bildungsauftrages der Berufsschule: Ein Beitrag zu einer modernen Theorie der Berufsschule. In: PÄDAGOGISCHE RUNDSCHAU 51 (1997) 5, S. 601 - 615

SHELLEN, Andreas; RIEDL, Alfred; TENBERG, Ralf; SCHAUHUBER, Manfred; SIEGERT, Martin: Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule: Verlaufsuntersuchungen eines Unterrichtsvorhabens im Bereich Elektropneumatik in Weilheim und Analyse eines Unterrichtsvorhabens über Kraftübertragungstechnik in Schweinfurt basierend auf Schüleraussagen, 1994. In: STAATSWINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 271. München: Hintermaier 1995

Einen näheren Einblick bieten neben Riedl 1998 auch die Internetpräsentation der gesamten Forschungsarbeit unter der Adresse: <http://www.lrz-muenchen.de/~riedl/>. Hier finden sich weitere, Informationen zu allen Aspekten der Untersuchung.

Mit viel Interesse werden Rückmeldungen und Fragen gerne aufgenommen und beantwortet. Anschrift des Autors: Alfred Riedl, Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München, Lothstraße 17, 80335 München. Email: riedl@ws.tum.de

Autor: Riedl, Alfred, Dr., Dipl.-Berufspäd. Univ., Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München, Lothstraße 17, 80335 München.