

Geschäfts- und arbeitsprozessorientiertes Lernprojekt im Ausbildungsberuf Elektroniker/in Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik am Beispiel der Gebäudesystemtechnik

Abstract

Die konventionelle Elektroinstallation der Walther-Lehmkuhl-Schule (WLS) soll auf eine busgesteuerte Anlage umgestellt werden. Der handwerksnahe Kundenauftrag umfasst die wesentlichen beruflichen Aufgaben vom ersten Kundengespräch zur Analyse der Kundenanforderungen und Angebotserstellung bis zur Übergabe der Anlage. Im Zentrum des Unterrichts stehen die Planung sowie exemplarische Projektierungsaufträge mit der entsprechenden ETS-Software.

Curriculare Vorgabe des Unterrichtsprojektes ist das Lernfeld 9. Darin sollen aktuelle Kommunikationssysteme in Wohn- und Zweckbauten geplant und realisiert werden. Hinsichtlich der technischen Anforderungen und auftragsorientierten Arbeitsweise zur Gebäudesystemtechnik kann auf Lernfeld 7 zur Programmierung von Steuerungen aufgebaut werden.

Kern des Projektes ist eine geschäfts- und arbeitsprozessorientierte Unterrichtsplanung, -umsetzung und -evaluation. Entsprechend des Arbeitsplans werden daher zunächst von den Schülern in Absprache mit dem Kunden (Lehrer) die Anwendungen des KNX/EIB-Systems im Hinblick auf Leistungsfähigkeit, Komfort und Sicherheit genauer festgelegt. Hierbei müssen gemäß den Zielsetzungen des Lernfeldes die betrieblichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Möglichkeiten berücksichtigt werden. Zwei betriebliche Arbeitsstudien stützen die Ergebnisse. Besonderer Wert wird auf der Grundlage des Gebäudegrundrisses auf die Bustopologie (Etagen-Liniestruktur) sowie die Auswahl der erforderlichen EIB-Geräte bzw. Busteilnehmer gelegt. Darauf basierend kann im Rahmen der Projektierung das Zusammenwirken von Gerätefunktionen, Anwendungsprogrammen und Buskommunikation gemäß Produktkatalog erarbeitet werden. Die erarbeiteten Lösungen werden in einer Anlagen-Dokumentation zusammengestellt.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Im Jahre 2003 wurden die Elektroberufe neu geordnet und für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule Lernfelder eingeführt. Lernfelder sind Teil des curricular-didaktischen Reformprozesses, mit dem der Geschäfts- und Arbeitsprozessorientierung in der Berufsausbildung Rechnung getragen wird. Berufsbildende Schulen sind daher gefordert, im Rahmen der Lernfeldumsetzung berufsbezogene Lernprozesse auf der Grundlage von Geschäfts- und Arbeitsprozessen zu initiieren. Curriculare Vorgabe des dem Beitrag zu Grunde liegenden Unterrichtsprojektes ist das Lernfeld 9 des Ausbildungsberufs Elektroni-

ker/in Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik. Darin sollen aktuelle Kommunikationssysteme in Wohn- und Zweckbauten geplant und realisiert werden.

1.2 Fragestellung und Gegenstand des Beitrags

Nach den curricularen Vorgaben ist die Orientierung des Unterrichts an „beruflichen Arbeits- und betrieblichen Geschäftsprozessen“ (KMK 2003, 7) anzustreben, und zwar „in Beziehung auf konkretes berufliches Handeln“ sowie hinsichtlich der Schaffung von „Situationen, die für die Berufsausübung bedeutsam sind“ (ebd., 5). Die realisierten Unterrichtseinheiten sollen an der Schnittstelle zwischen Planung und Projektierung zu folgender Leitfrage beitragen:

- Inwieweit unterstützen die durch exemplarische Planungsarbeiten zum Kundenauftrag und speziell zur Bustopologie erworbenen beruflichen Handlungskompetenzen der Schüler die möglichst selbständige Projektierung der KNX/EIB-Anlage?

Hintergrund der unterrichtspraktischen Untersuchungen ist, dass sich für jedes arbeitsorientierte Unterrichtsprojekt in der Berufsschule mit den neuen Lernfeldern die Frage nach einem angemessenen Umfang von Auftrags- und Planungsarbeiten durch die Schüler und deren methodischer Nutzen für berufsrelevante Arbeits- und Lernaufgaben stellt. Mit der Generierung eines beruflichen Geschäfts- und Arbeitsprozesses soll in der Unterrichtspraxis überprüft werden, welche arbeits- und berufsbezogenen Kompetenzzuwächse der Schüler erreicht werden können. Ziel ist es, die Schüler und Betriebe kooperativ in die erforderlichen Planungsarbeiten zur gebäudespezifischen Bustopologie und funktionsabhängigen Produkt- und Geräteauswahl einzubeziehen.

Die geschäfts- und arbeitsprozessorientierte Unterrichtsgestaltung impliziert eine didaktische Analyse und Aufarbeitung berufsrelevanter Geschäfts- und Arbeitsprozesse. Für die Unterrichtsreihe zur vorliegenden Hausarbeit bildet der berufsrelevante Kundenauftrag „Planung und Teil-Projektierungen einer KNX/EIB-Lösung¹ für das Elektrogebäude der Walther-Lehmkuhl-Schule (WLS)“ den Handlungsrahmen. Die auftrags- und prozessorientierte Vermittlung der Kompetenzen an berufstypischen Aufgabenstellungen erfolgt in Kooperation mit Betrieben der Region (vgl. KMK 2003, 7). Dazu werden Arbeitsanalysen nach dem GAHPA-Modell in zwei ausgewählten Ausbildungsbetrieben des Elektrohandwerks der Region durchgeführt und ausgewertet (vgl. PETERSEN 2005). Außerdem werden die Schüler durch ausgewählte Beiträge aktiv in die Auftrags- und Unterrichtsgestaltung eingebunden, z. B. Referate über Kundenaufträge bzw. Projekte der Gebäudetechnik.

2 Unterrichtspraxis

Die folgenden Abschnitte dokumentieren die Planung und Umsetzung der Unterrichtsreihe hinsichtlich der ausgewählten Aspekte zu einer geschäfts- und arbeitsprozessorientierten

¹ KNX/EIB ersetzt wegen weiterer europäischer Zusammenschlüsse die vormals nur als EIB bezeichnete Technik (KNX: Konnex; EIB: Europäischer Installations-Bus; siehe <http://www.eiba.de/knx> oder <http://www.konnex.org>). KNX/EIB erfüllt die europäische Norm EN 50090 und wird wegen der herstellerübergreifenden Software ETS und der Herstellervielfalt vom Elektrohandwerk eingesetzt.

Lernfeldumsetzung und den Fragen der selbständigen Teil-Projektierung der nach Kundenanforderungen auszulegenden KNX/EIB-Anlage durch die Schüler. Auf der Grundlage der Vielschichtigkeit der zu erledigenden Arbeiten sollen in der Unterrichtspraxis entsprechend den heutigen Anforderungen an Elektroniker/innen im Handwerk alle Lernkompetenzbereiche gleichermaßen gefördert werden.

2.1 Konzeptions- und Planungsphase

Nachfolgend werden zunächst die didaktisch-methodischen Entscheidungen und Rahmenbedingungen für die arbeitsprozessorientierte Unterrichtsgestaltung und den Leitfragen zur Informationsbeschaffung und deren zielgerichteter Nutzung dargelegt. Dies umfasst den Kundenauftrag als Projekt der gesamten Unterrichtsreihe, die Planung der Lernprozesse und -aufgaben sowie unterrichtsnahe Hinweise und Rahmenbedingungen.

2.1.1 Arbeitsprozessorientierte Informationsbeschaffung

Neben den existierenden Materialien der Elektroabteilung werden die Ergebnisse der beiden betrieblichen Arbeitsstudien in aller Kürze problembezogen dargelegt. Des Weiteren wird im Unterricht auf Fachbücher zurückgegriffen (vgl. SCHMIDT u. a. 2005; BEITER 2004; ARZBERGER u. a. 2005), auf die aber aufgrund ihrer vorrangig technischen Ausrichtung nicht weiter eingegangen werden soll.

In der Elektroabteilung der WLS sind im Zuge einer Lehrerfortbildung in den letzten Jahren einige Unterlagen für den Unterricht zur Gebäudesystemtechnik zusammengestellt worden. Diese wurden für die Vermittlung fachlicher Grundlagen der KNX/EIB-Technik im Unterricht genutzt. Die Grundrisspläne des Elektrogebäudes wurden vom Abteilungsleiter zur Verfügung gestellt. Die Aufarbeitung der Pläne war mit einem hohen Aufwand verbunden. Ziel war es, für jede Gruppe alle für die Etage relevanten Raumpläne bereitzustellen, damit die Projektierungsarbeiten funktionsbezogen geplant und dokumentiert werden können.

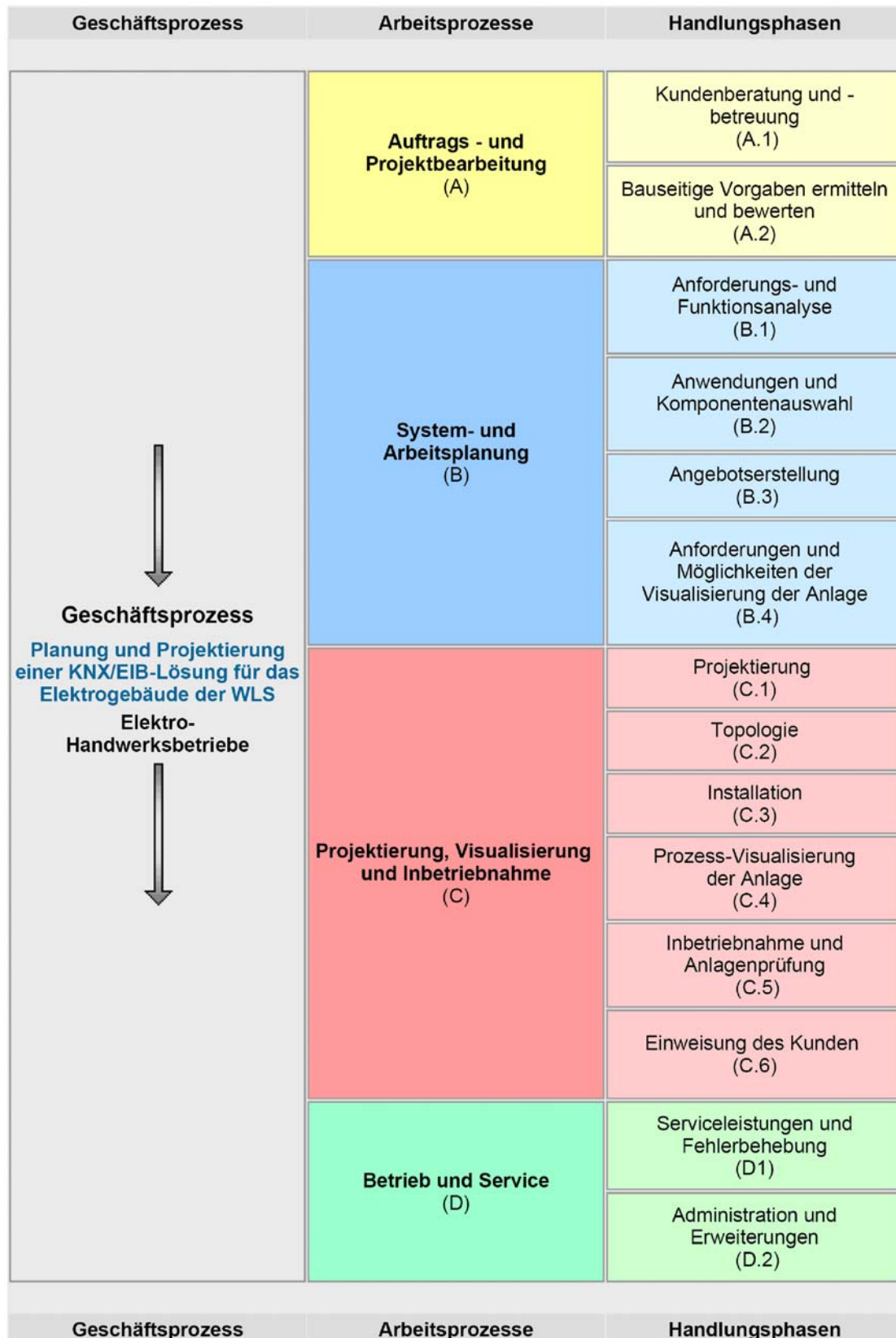


Abb. 1: GAHPA-Struktur des Geschäftsprozesses „Planung und Teil-Projektierungen einer KNX/EIB-Lösung für das Elektrogebäude der WLS“

Mit den betrieblichen Arbeitsstudien konnte auf die übergeordnete Frage eingegangen werden, ob und inwieweit die Elektro-Handwerksbetriebe in Neumünster im Bereich der busgestützten Gebäudeautomatisierung arbeiten. Die Schüler wurden in diese Fragestellung einbezogen. Die beiden Fallstudien haben die Unterschiede in den betrieblichen Möglichkeiten gezeigt. Der kleinere Handwerksbetrieb realisiert keine komplexen KNX/EIB-Anlagen, bietet aber einfachere, herstellerspezifische Lösungen an, z. B. tebis TX der Firma Hager. Nach Aussage des Juniorchefs bestünde aber grundsätzlich Interesse an größeren Kundenaufträgen und von daher würde auch dieses exemplarische Projekt im Unterricht der Berufsschule befürwortet. Der größere Handwerksbetrieb hat bereits mehrere KNX/EIB-Projekte realisiert. In diesem Betrieb konnte mit dem verantwortlichen Planer deshalb der zu untersuchende Aspekt der vorliegenden Hausarbeit thematisiert werden. Danach sind folgende berufliche Handlungsfelder für die Arbeit von Elektroniker/innen und somit für die Unterrichtseinheiten zur selbständigen Projektierung der Anlage bedeutsam: die gezielte Projekt- und Auftragsbearbeitung, eine praxistaugliche Bustopologie (Bereiche, Linien), die logische Adressierung der Funktionen und Anwendungen sowie typische Arbeitsaufgaben zur Arbeitsplanung, Leitungsverlegung, Dokumentation und Anlagenprüfung (siehe Abb. 1).

Auf der Grundlage der beiden Arbeitsstudien wurden außerdem zwei Schülerreferate vergeben. Zum einen wurde eine EIB-Erweiterung mit Blick auf die Bustopologie in einem Modcenter vorgestellt. Damit konnte die Bedeutung gezielter Vorüberlegungen zur Topologie für das Unterrichtsprojekt herausgestellt werden. Zum anderen hat ein Auszubildender die von dem kleineren Betrieb eingesetzte Technik als Alternative zu KNX/EIB kurz vorgestellt.

2.1.2 Ziele und Rahmenplanung

Der vorgestellte Aufbau der Unterrichtsreihe soll die Schüler in die Lage versetzen, exemplarisch ausgewählte Projektierungsarbeiten einer busgesteuerten Elektroanlage für einen komplexen Zweckbau möglichst selbständig zu realisieren. Im Sinne umfassender beruflicher Handlungskompetenz sind die Schüler neben der erforderlichen Sachkompetenz insbesondere in methodischer und sozialer Hinsicht gefordert. Die Gestaltungsgrundlage für die Unterrichts-Rahmenplanung ist der Geschäftsprozess „Planung und Teil-Projektierungen einer KNX/EIB-Lösung für das Elektrogebäude der Walther-Lehmkuhl-Schule (WLS)“. Dieser handwerksnahe Kundenauftrag soll alle wesentlichen beruflichen Arbeiten und Aufgaben umfassen, und zwar:

- Analyse der Kundenanforderungen (mit Erkundungsphase),
- Erstellung der Planungsunterlagen mit Bustopologie und Anwendungsbeispielen (Angebots- und Planungsphase),
- Installation der Leitungen und Geräte (in der Arbeitspraxis),
- Projektierung, Parametrierung und Funktionsprüfung der Anlage,
- Übergabe und Einweisung des Kunden in die Bedienung der Anlage.

Mit dem Projekt liegt dem Lernprozess ein konkretes Anwendungsbeispiel zugrunde. Besonderer Wert wird auf die Bustopologie (Linienstruktur) sowie die Auswahl der EIB-Geräte bzw. Busteilnehmer gelegt. Darauf basierend kann im Rahmen der Projektierung das Zusammenwirken von Gerätefunktionen, Parametern und Buskommunikation erarbeitet werden (vgl. zur Vorgehensweise auch bei BEITER 2004). Nachfolgende Tabelle zeigt die Themen, die Aspekte und den Umfang der Unterrichtseinheiten des Projektes. Hinsichtlich der Planungs- und Vorbereitungsphase findet sich bei (RICHTER/ MEYER 2004, 99 f.) eine ähnliche Vorgehensweise nach dem didaktischen Konzept der Geschäfts- und Arbeitsprozessorientierung.

Im Mittelpunkt des Unterrichts steht die Realisierung auftragsbezogener Gebäudefunktionen der KNX/EIB-Technik. Nachdem die wesentlichen Anwendungen für jede Etage sowie die Räume mit besonderer Nutzung und folglich spezifischen Anforderungen, z. B. Labore, mit dem Kunden abgestimmt und durch verschiedene Dokumente gesichert worden sind, z. B. Funktions- und Gerätelisten, geht es für die Arbeitsgruppen in die Projektierung der Anlage.

Tabelle 1: **Unterrichtsrahmenplanung**

Nr.	Unterrichtseinheiten	Umfang
1	Kundenanforderungen, Kundenberatung und Auftragsklärung	4 h
2	Erstellung von Planungsunterlagen, z. B.: • Festlegung der Haupt- und Unter- bzw. Etagenverteilungen auf der Grundlage der Baubesichtigung und Grundrisspläne, • Festlegung der Bustopologie und Vervollständigung der Pläne, • Aufgabenverteilung in den Arbeitsgruppen, • Schaffung fachlicher Grundlagen über KNX/EIB (Fachbücher, bfe-Lernprogramm und Materialien der Abteilung).	8 h
3	Spezifizierung der Kundenwünsche der KNX/EIB-Anlage: • Raumbezogene Festlegung der Anwendungen und Funktionen, • Erstellung von Gerätelisten (Ausstattung der Schule).	4 h
4	Realisierung von Anwendungen zur Projektierung der Anlage unter Nutzung der neuen KNX/EIB-Software ETS3: • Einfache und dimmbare Raum-Beleuchtungen, Heizungsregelung, • Funktionsbezogene Erweiterung der Bustopologie mit entsprechender Vergabe der physikalischen Adressen, • Vergabe aussagekräftiger Gruppenadressen (Struktur, Funktionen), • Auswahl und Parametrierung der Busgeräte, • Inbetriebnahme und Test der Schaltungen unter Laborbedingungen sowie Fehlerbehebung.	14 h
5	Gesamt-Dokumentation und Übergabe der KNX/EIB-Anlage: • Zusammenstellung der Gruppenarbeitsergebnisse zu einer für den Kunden schlüssigen Gesamtlösung (Dokumentation), • Übergabe der Anlage an den Kunden und Einweisung in die neuen Anwendungen und Funktionen (Binnendifferenzierung), • Präsentation der Ergebnisse auf einem Projekt-Poster.	6 h

Zur medialen Unterstützung der Lernphasen sind entsprechend den Zielsetzungen zur Projektierung der Anlage im Steuerungstechniklabor didaktisch aufbereitete reale Buskomponenten eines Lehrmittelherstellers vorhanden. Daran können auch Detailfragen zur Bustechnik thematisiert werden, z. B. Busankoppler, Status-LEDs, Stellantriebe usw. Auch in der betrieblichen Arbeitspraxis werden die Busteilnehmer häufig bereits unter „Laborbedingungen“ parametrieren und programmiert. Von der Projektierungssoftware ETS wurde ein update installiert, da die neue Version ETS3 bessere Strukturierungs- und Exportfunktionen bietet als die älteren Versionen.

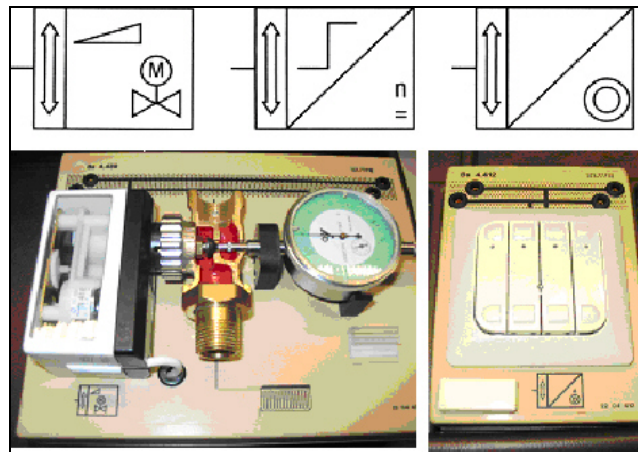


Abb. 2: Lehrmittel aus der schulischen Sammlung

2.2 Selbständige Planung und Teil-Projektierungen im Unterricht

Die Umsetzung des didaktisch-methodischen Konzeptes und der Unterrichtsrahmenplanung konzentriert sich im Weiteren auf die selbständige Realisierung der Teil-Projektierungen auf der Grundlage der vom Auftraggeber umfassend geforderten Planungsarbeiten. Im Mittelpunkt stehen die gewünschten Funktionen des Kunden und die Umsetzung der Bustopologie.

2.2.1 Kundenauftrag und -anforderungen

In einem Schreiben des (fiktiven) Auftraggebers werden die Auszubildenden zur Erarbeitung der für die Auftragsdurchführung relevanten Planungsunterlagen aufgefordert. Darin werden bereits einige Vorgaben gemacht sowie darauf hingewiesen, dass Auftragsdetails in enger Abstimmung zu klären sind.

Innovative Gebäudeleittechnik
GmbH Roonstr. 90
24537 Neumünster

Neumünster, 18. Januar 2008

Erstellung von Planungsunterlagen

Sehr geehrte Damen und Herren,

der Schulträger der Walther-Lehmkuhl-Schule (WLS), die Stadt Neumünster, beabsichtigt die Elektroinstallation der WLS auf eine busgesteuerte Anlage umzustellen. Es ist der Einsatz des Systems KNX/EIB (vormals nur EIB) vorgesehen. Gründe hierfür sind die neuen Möglichkeiten eines höheren Komforts, räumliche Flexibilität der Beleuchtungsanlage, rationeller Energieeinsatz durch intelligente Heizungsthermostate, Sonnenschutz durch außenlicht-abhängige Jalousiesteuerung usw. Wie wir Ihnen in unserem Vorgespräch erläutert haben, soll zunächst nur das Elektrogebäude umgerüstet werden. Eine Erweiterung auf den gesamten Schulkomplex ist einzuplanen. Wir möchten Sie bitten, bis spätestens April 2008 umfassende Planungsunterlagen abzugeben. Dieses soll folgende Unterlagen enthalten:

- Vollständiger Installationsplan des Elektrogebäudes mit der entsprechenden Bustopologie der Linien,
- Verteilungspläne der Haupt- und Unterverteilungen,
- Stückliste aller benötigten Geräte,
- Preiskalkulation.

Zur weiteren Erläuterung fügen wir den Grundrissplan des Elektrogebäudes bei. Weitere Details zur Ausstattung sowie den zu realisierenden Funktionen werden wir Ihnen auf der Grundlage weiterer Planungsgespräche in Kürze zukommen lassen.

Mit freundlichen Grüßen
C. Wehmeyer

Abb. 3: Fiktiver Planungsauftrag

2.2.2 Lernprozessgestaltung

Auf der Grundlage des Arbeitsauftrags legen die Schüler in Absprache mit dem Kunden (Lehrer) die Anwendungen des KNX/EIB-Systems im Hinblick auf Leistungsfähigkeit, Komfort und Sicherheit genauer fest. Hierfür müssen gemäß den Zielsetzungen des Lernfeldes die betrieblichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Möglichkeiten berücksichtigt werden. In modernen Zweckbauten kommen heutzutage fast immer busgestützte Anlagen zum Einsatz. Hier ist allerdings KNX/EIB nur eine mögliche Lösung neben anderen, z. B. LON-Works.

Auf der Grundlage der herausgearbeiteten Kundenanforderungen und den Gebäudegrundrissplänen wird die Bustopologie für die gesamte Schule festgelegt. Daran müssen sich die Arbeitsgruppen bei den Teil-Projektierungen der Anlage halten. Es werden konkrete Rückmeldungen seitens der Schüler und direkt aus den betrieblichen Arbeitsstudien berücksichtigt sowie fachliche Inhalte zur Bedeutung der Bustopologie und der Vergabe der physikalischen Adressen vermittelt. Insgesamt ist es in dieser Phase wichtig, mit den Arbeitsgruppen den

gesamten Prozessablauf zu klären und sie ständig auf dem Laufenden zu halten. Nur so kann Verantwortung für die Projektorganisation und für eigenständige Arbeits- bzw. Lernprozesse übernommen werden.

2.2.3 Exemplarische Planungsarbeiten für die Projektierung der Anlage

Weder eine komplette Gebäudeleittechnik noch die KNX/EIB-Lösung für das Elektorgebäude der Walther-Lehmkuhl-Schule kann im Rahmen der vorgestellten Unterrichtsreihe in allen Details realisiert werden. Die nachfolgenden Ausführungen veranschaulichen die exemplarischen Planungsarbeiten im Unterricht, die für die Teil-Projektierungen der Anlage bedeutsam sind. Im Einzelnen sind dies folgende Aufgaben:

- Aktuelle Baubeschreibung sowie Grundrisspläne analysieren und erörtern,
- Bustopologie bzw. Linienstruktur festlegen und begründen,
- Funktionsbezogene Gerätelisten nach Laborausstattung der Elektroabteilung und Produktkatalog erstellen,
- Funktionslisten und -gruppen nach Kundenwunsch konkretisieren.

Auf der Grundlage der Auseinandersetzung mit den Kundenanforderungen werden zunächst gemeinsam die konkreten Bedingungen durch eine Ortsbegehung analysiert und in der Klasse sowie den Arbeitsgruppen detailliert besprochen. Die zur Verfügung gestellten Grundrisspläne der Etagen und Räume (siehe Abb. 2) können für die Eintragung nötiger Informationen genutzt werden, z. B. Positionierung der Etagen- und Unterverteilungen, Taster- und Leuchtenpositionierung in den einzelnen Räumen, Möglichkeiten für Fensterkontakte und andere KNX/EIB-Sensoren. Zudem kann auf vorschriftsmäßige Leitungswege (Stern- und Baumstruktur) eingegangen werden.



Abb. 4: Eingangshalle und Erdgeschoss-Grundrissplan des Elektrobeäudes der WLS

Kernpunkt der Planungsarbeiten ist die von fachsystematischen Lernphasen begleitete Erarbeitung der Bustopologie für das Elektrobeäude. Es bestehen grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, die erlaubten 15 Linien eines Bereichs aufzuteilen. Überdies können Linien-

verstärker eingesetzt werden, um eine Linie mit mehr als 64 Busteilnehmern auszustatten. Die Arbeitsgruppen einigen sich schließlich darauf, dass jeder Gebäudeteil der Schule einem Bereich und jede Etage des Elektrogebäudes einer Buslinie zugeordnet wird. Dementsprechend werden die physikalischen Adressbereiche an die Arbeitsgruppen vergeben, und zwar bis auf die noch festzulegenden Teilnehmeradressen, die im Zuge der Projektierungsarbeiten mit der ETS vergeben werden müssen.

Für die Erstellung von Geräte- und Funktionslisten werden Planungshilfen zur Verfügung gestellt, z. B. ein Arbeitsblatt und der Produktkatalog der Fa. Merten. Im Unterricht findet eine intensive Auseinandersetzung mit den vorhandenen Buskomponenten sowie den damit möglichen Funktionen statt. Mit den erstellten Listen und den damit notwendigen Informationen zum Projekt konnte insgesamt eine profunde Planungs- und Vorbereitungsphase abgeschlossen werden.

In den Arbeitsgruppen werden darauf basierend folgende Arbeitsaufträge zur selbständigen Teil-Projektierung der KNX/EIB-Anlage mit der ETS3 umgesetzt:

- Einfache WC-Beleuchtung,
- Dimmbare Beleuchtung der Labor- und Klassenräume,
- Einzelraum-Temperaturregelung.

2.2.4 Arbeitsaufträge zur Teil-Projektierung der Beleuchtungsanlage

Im Rahmen der Projektierung wird das Zusammenwirken von Gerätefunktionen, Applikationen und Parametern gemäß Produktkatalog erarbeitet. Hierfür wird die ETS3-Software mit den Fenstern Topologie, Gebäudeansicht und Gruppenadressen eingesetzt. Den Schülern wird eine von einem Kollegen erstellte Beschreibung der ETS3 zur Verfügung gestellt. Bei Problemen und Fragen werden die Arbeitsgruppen gezielt unterstützt.

Im ersten Schritt zur Projektierung der Anlage sollen die Leuchten der WCs auf jeder Etage mittels „Taster, 2-fach“ an der Eingangstür geschaltet werden. Grundlage des Auftrags sind die Grundrisspläne der Etagen bzw. der einzelnen Räume (siehe Abb. 3). Wesentliches Ziel der Unterrichtsstunde ist ein einfacher, auftragsbezogener Einstieg in die Projektierungsarbeiten, der von den Arbeitsgruppen weitgehend selbständig erledigt werden kann. Dies betrifft sowohl die Umsetzung der Planungsvorgaben als auch den fachlich korrekten Einsatz der KNX/EIB-Technik. Folgende Vorgehensweise wird hierzu anvisiert:

Erweitern der Gebäudestruktur in der ETS auf jeder Etage → Einfügen der passenden Geräte (Busteilnehmer) → Vergabe der physikalischen Adressen gemäß vereinbarter Topologie (Etage / Linie) → Einstellen der erforderlichen Parameter der Busgeräte → Zuweisung eindeutiger und aussagekräftiger logischer Adressen (Gruppenadressen: Nummer und Bezeichnung) → Programmierung der Busteilnehmer → Aufbau und Test der Schaltung.

Bei der Bearbeitung des Auftrags gibt zwar es kaum Probleme. Festzustellen ist jedoch bei einigen Schülern eine etwas unstrukturierte und ungenaue Arbeitsweise, z. B. bei der Festlegung der Gruppenadressen und der Dokumentation. Dieses wird in den Arbeitsgruppen gezielt angesprochen. Bei der Projektierung der Anwendungen muss der entsprechende Produktkatalog der Fa. Mertens eingesetzt werden. Die Schüler haben in einer Art Vertiefung zu der Erstellung der Gerätelisten dadurch erneut erfahren, dass es selbst von einem Hersteller eine Vielzahl von EIB-Geräten gibt und für die korrekte Auswahl der damit verbundenen Applikationen die Bezeichnungen und Nummern exakt beachtet werden müssen. Einige Arbeitsgruppen haben nach Erledigung des Arbeitsauftrags bereits weitere Projektierungsarbeiten zum Gesamtauftrag durchgeführt.

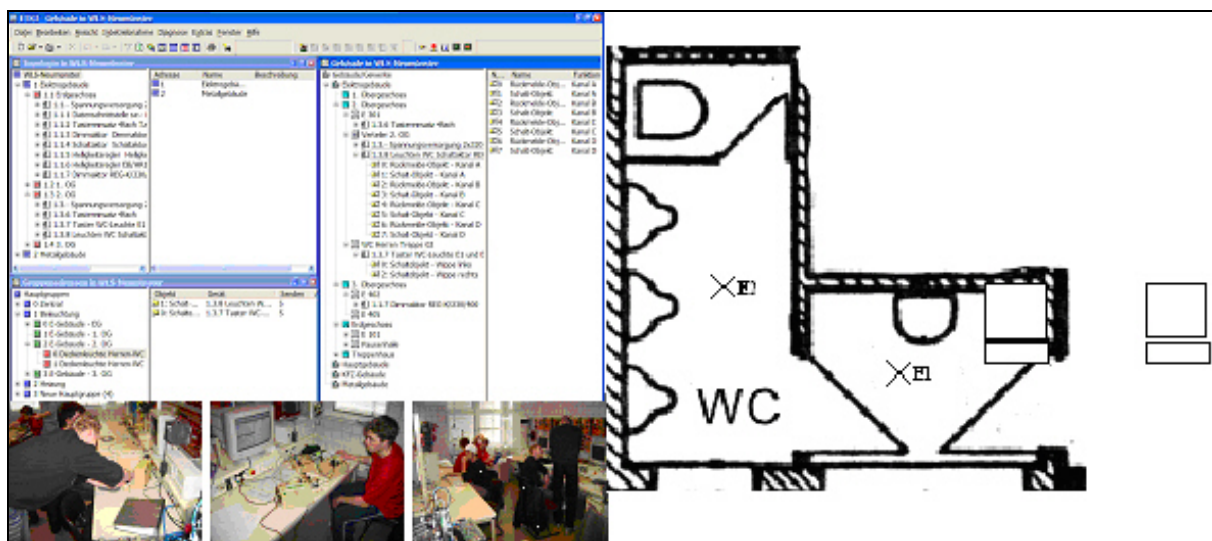


Abb. 5: Beispiel-Screenshot und Grundriss zur Bearbeitung erster Teil-Projektierungen

Der zweite Arbeitsauftrag zur Teil-Projektierung der Beleuchtungsanlage befasst sich mit der Steuerung der Labor- und Klassenräume, die mit Dimmerfunktionen ausgestattet werden sollen. Konkret realisieren die Schüler gemäß Kundenwunsch und Auftragsbeschreibung eine je Etage (Arbeitsgruppe) bzw. Raum angepasste Beleuchtungssteuerung mit Dimmerfunktion. Von den Arbeitsgruppen wird dementsprechend bereits ein höherer Grad an Eigenständigkeit erwartet, denn die raumspezifischen Bedingungen können stärker als beim ersten Projektierungsauftrag variieren. Für die Bearbeitung der Aufgabe wird den Schülern in einer kurzen Gesprächsrunde eine Notiz des Meisters wie folgt hereingereicht.

Die WLS hat sich nun für eine Lösung der Klassenraum- und Laborbeleuchtung entschieden. Die Leuchtenreihen dieser Räume sollen wie besprochen „normal“, aber einzeln geschaltet werden. Da die Räume aber alle in absehbarer Zeit mit Beamern ausgestattet werden, soll zusätzlich eine Dimmerfunktion über nachgerüstete Glühlampen realisiert werden. Der erforderliche „Dimmaktor“ wird wie vorgesehen als Reiheneinbaugerät in die Unterverteilungen (UV) der in Frage kommenden Räume eingebaut. Die Glühlampen sollen mittels „Taster, 2-fach“ von der Eingangstür aus wie folgt bedient werden:

1. Kurz tasten: Ein- und Ausschalten; Einschalthelligkeit 50 % ;
Wippe oben links ein, Wippe unten links aus
2. Lang tasten: Dimmerfunktion
Wippe oben rechts heller, Wippe unten rechts dunkler

Mit einem EIB-Dimmaktor haben wir bisher noch gar nicht gearbeitet. Ich weiß aber, dass man damit schalten und dimmen kann. Mein Vorschlag ist, dass wir erstmal für einen Klassen- oder Laborraum eine Lösung finden und hier in der Werkstatt eine Testschaltung aufbauen. Also, nehmt Euch einen auf Eurer Etage in Frage kommenden Raum vor und gebt mir Rückmeldung bei Problemen oder wenn wir die Schaltung gemeinsam überprüfen können.

Zur Frage, inwieweit die Schüler etagen- und raumbezogene Projektierungen der Anlage möglichst selbständig vornehmen, lässt sich aus dem Unterricht schließen, dass die erworbene Planungskompetenz eine merkliche Ausweitung selbständiger Handlungen und Verbesserung in der strukturierten Vorgehensweise zur Folge hat. Im Unterrichtsverlauf ist besonders prägnant, dass die Planungsvorgaben zur Bustopologie von allen Gruppen eingehalten werden.

3 Evaluation und Unterrichtsreflexion

Die Unterrichtsreihe zur busgestützten Gebäudetechnik (Gebäudesystemtechnik) sollte die Auszubildenden in die Lage versetzen, exemplarisch ausgewählte Projektierungsarbeiten der Elektroanlage mit der neuesten ETS für eine Schule (Zweckbau) möglichst selbständig zu realisieren. Eine wichtige Grundlage hierfür - so die These - sind auftragsbezogene Planungskompetenzen sowie Kenntnisse über das gesamte Handlungsprodukt und den Prozessablauf des Kundenauftrags. Die leitende Fragestellung war hierzu, inwieweit die Teil-Projektierungen konkreter Anlagenfunktionen durch die im Planungsprozess erworbenen Auftrags- und Methodenkompetenzen der Auszubildenden unterstützt werden. Diese Kompetenzbereiche gewinnen zwar in der Unterrichtsplanung an Bedeutung, häufig fehlen jedoch konkrete Mittel um sie angemessen und im Abgleich mit der Sachkompetenz zu bewerten. Aus der Unterrichtspraxis liegen empirische Erkenntnisse über die Wirkungen der ausgewählten Aspekte zu einer geschäfts- und arbeitsprozessorientierten Lernfeldumsetzung vor. Diese sollen nach unterrichtspraktischen Kriterien reflektiert und im Hinblick auf Konsequenzen für den berufsbezogenen Unterricht bewertet werden.

3.1 Evaluationskonzept und -verfahren

Ziel der Evaluation sind allgemeine didaktisch-methodische sowie arbeits- bzw. berufsbezogene Hinweise zur Verbesserung der Unterrichtsgestaltung und -umsetzung. Um die Wirksamkeit der unterrichtlichen Arbeit zu evaluieren, werden sowohl formative als auch ein

summatives Evaluationsverfahren eingesetzt. Wichtig ist, dass die Schüler in die Unterrichtsgestaltung und die Evaluation des Lernprozesses angemessen einbezogen werden. Für die formative, d. h. den Lernprozess begleitende Evaluation werden folgende Verfahren und Instrumente mit den ausgewiesenen Bewertungszielen eingesetzt:

- Abgleich des Unterrichtsverlaufs mit den Ergebnissen der betrieblichen Arbeitsstudien und der Schülerreferate zur Bewertung der geschäfts- und arbeitsprozessorientierten Gestaltung des Lernprojektes.
- Beobachtung und Bewertung der Gruppenarbeit zur Einschätzung der Planungs- und Projektierungskompetenz der Schüler gemäß Kundenauftrag und Arbeitsmaterialien sowie der Gruppenprozesse hinsichtlich Vorgehensweise, Abstimmung usw.
- Handlungs- und wissensorientierte Leistungskontrolle im Rahmen eines praktischen Einzelauftrags mit Zusatzfragen zur Bewertung selbständiger Leistungen.

Mit den angewandten Evaluationsverfahren kann eine Bewertung des Lernprozesses erfolgen, die Aussagen für die geschäfts- und arbeitsprozessorientierte Unterrichtsgestaltung im Sinne der Lernfelder erlaubt. Insbesondere der persönliche „Blick in die Klasse“ soll als wesentliches Instrument der täglichen Unterrichtsreflexion gesehen werden. Im Hinblick auf die auftragsbezogene und fachliche Vorgehensweise wird die gleich zu Projektbeginn angekündigte Leistungskontrolle durchgeführt. Ferner dient diese der „objektiven“ Notenvergabe.

Für die summative, d. h. abschließend zusammenfassende Evaluation der Unterrichtsaspekte wird ein schriftliches Schülerfeedback (Fragebogen) zu den untersuchten Aspekten des geschäfts- und arbeitsprozessorientierten Unterrichts und den spezifischen Planungs- und Projektierungsarbeiten zur Realisierung der KNX/EIB-Anlage eingesetzt.

3.2 Evaluationsergebnisse

3.2.1 Arbeitsprozessorientierte Lernprojekt- und Unterrichtsgestaltung

Die Gespräche in den Betrieben haben wesentlich zur Gestaltung des Unterrichts in Anlehnung an die beruflichen Geschäfts- und Arbeitsprozesse von Elektroniker/innen beigetragen. So bestätigt sich zunächst recht trivial, dass die Auswahl eines Zweckbaus trotz etwaiger Bedenken hinsichtlich der Komplexität des Kundenauftrags der betrieblichen Projekt- bzw. Arbeitswirklichkeit entspricht, da nur wenige Wohnhäuser in der Region mit Gebäudesystemtechnik ausgestattet werden. Nach Ansicht der betrieblichen Verantwortlichen und der Schüler (siehe Abb. 4) stellt der gewählte Kundenauftrag einen praxisnahen und berufsbezogenen Arbeitsprozess dar. Die betrieblichen Arbeitsstudien zeigen, dass die Auszubildenden im Betrieb nur wenige Gelegenheiten haben, an den Planungsarbeiten zu partizipieren, und dies obwohl von den Elektrofachkräften zunehmend berufliche Handlungskompetenz auch in dieser Richtung erwartet und benötigt wird. Hierzu zeigt insbesondere die Gebäudesystemtechnik, dass auch Projektierungsaufgaben von Gesellen übernommen werden können. Kern

der Arbeit von Gesellen ist aber nach wie vor die fachgerechte Umsetzung der Planung im Zuge von Installationsarbeiten.

Die geschäfts- und arbeitsprozessorientierte Unterrichtsgestaltung ist insgesamt mit einem großen Aufwand bei der Unterrichtsvor- und -nachbereitung verbunden. Der hohe Anspruch an die Erstellung der auftragsbezogenen Unterrichts- und Informationsmaterialien konnte sicherlich nicht immer erfüllt werden. So ist es beispielsweise im Verlauf der Projektierung der KNX/EIB-Anlage schwierig, eine brauchbare Lösung für die Erstellung der Geräte- bzw. Projektierungslisten zu finden.

3.2.2 Planungsarbeiten und Umsetzung der Teil-Projektierungen

Im Zuge der selbständigen Teil-Projektierungen der KNX/EIB-Anlage sind die Planungsunterlagen eine unerlässliche Hilfe. So sind die Schüler mit den erarbeiteten Ergebnissen der Planungsphase sowie den technikbezogenen Unterrichtsphasen in der Lage, die Projektierungssoftware ETS3 für die ersten Teilaufträge zur Realisierung der Beleuchtungssteuerung im Elektrogebäude der WLS selbständig einzusetzen. Das Schülerfeedback bestätigt hierzu, dass die Planungsarbeiten bei der Projektierung bzw. Programmierung mit der ETS eine Hilfe darstellen (siehe Abb. 4).

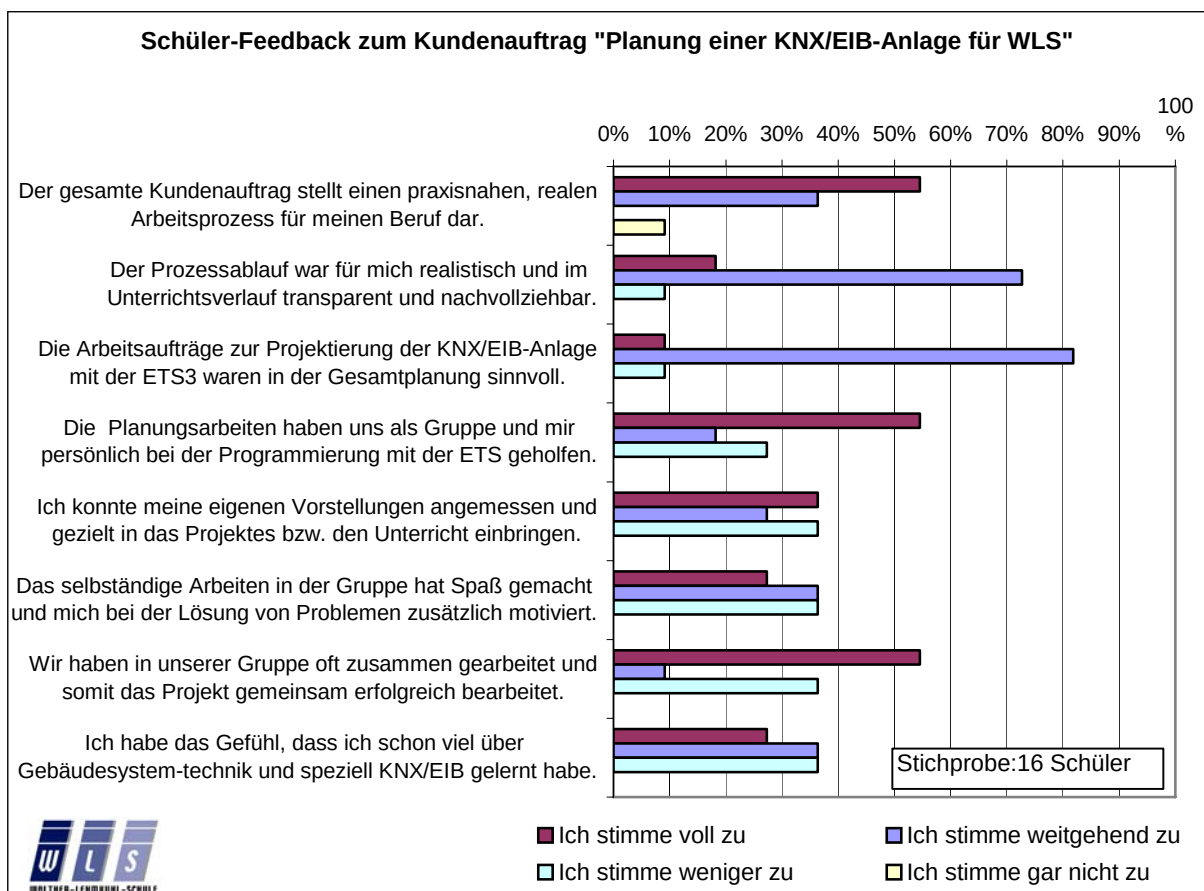


Abb. 6: Auswertung des Schülerfragebogens zum beruflichen Geschäfts- und Arbeitsprozess und den Unterrichtseinheiten

Eine unterrichtspraktische Schwierigkeit besteht in diesem Zusammenhang im Abgleich der Kundenwünsche mit den vorhandenen Busgeräten im Labor. So können mit den Laborgeräten beispielsweise im Moment leider keine Jalousiesteuerungen realisiert werden. Hinsichtlich der Unterrichtsumsetzung ist grundlegend bedeutsam, dass die einzelnen Arbeitsaufträge zur Projektierung der Anlage nach Meinung der Mehrheit der Schüler sinnvoll war. Sicherlich ist es in diesem Kontext wichtig, dass der Prozessablauf für die Schüler (zumindest weitgehend) realistisch und im Unterrichtsverlauf transparent und nachvollziehbar war. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die selbständige Nutzung der zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen und des Produktkatalogs.

Zur Arbeit in der Gruppe ist die Klasse geteilter Meinung. Denn (nur) etwa zwei Drittel der Schüler stimmt der Aussage voll oder weitgehend zu, dass das Arbeiten in der Gruppe Spaß gemacht hat und die Schüler bei der Lösung von Problemen zusätzlich motiviert hat. Dementsprechend ist auch die erfolgreiche Zusammenarbeit in der Gruppe nach Meinung von einem Drittel der Schüler weniger gegeben. So konnte man auch im Unterrichtsverlauf beobachten, dass der Ablauf in diesen Gruppen doch immer wieder ins Stocken geriet. Es müssen mehr methodische Strukturierungshilfen gegeben werden als von Lehrerseite erwartet bzw. erhofft. Außerdem hat sich gezeigt, dass die vorab vereinbarten Regeln für die Gruppenarbeit nicht ausdrücklich genug in der Unterrichtspraxis verfolgt wurden. Ein wesentlicher Aspekt ist die gleichmäßige Verantwortung aller Gruppenmitglieder. Darauf muss zukünftig gezielter eingegangen werden, z. B. durch Gruppengespräche oder eine differenzierte Beschäftigung mit einzelnen Schülern in Fachgesprächen (vgl. SCHELTEN 2006).

3.2.3 Leistungsbewertung

Entsprechend den Lernzielen und der Unterrichtsgestaltung sollte die berufliche Handlungskompetenz der Schüler wesentlich für die Leistungsbewertung sein. So zeigen die einzelnen Arbeitsschritte – wie die Ergebnisse der Teil-Projektierungen zur Erarbeitung der Bustopologie mit der ETS3 – grundlegende Fachkompetenzen der Schüler. Die folgende „Kompetenz-Stufe“ zur logischen Verknüpfung neuer Funktionen über die Gruppenadressen markiert eine Trennlinie zwischen leistungsstarken und -schwachen Schülern im Rahmen dieses Lernprojektes. In diesem Zusammenhang machen sich methodische Defizite der Schüler sofort bemerkbar, z. B. beim Erfassen des Problems, der Bearbeitung der technischen Unterlagen zum Projekt oder der Arbeitsaufteilung im „Team“. Zum Stand der Sozialkompetenz der Schüler hat die Gruppenarbeit wichtige Erkenntnisse geliefert. Hier muss insbesondere an der Wertschätzung der Leistungen von Kollegen gearbeitet werden.

Die Einzel-Leistungsbewertung zur Projektierung einer Raumbelichtung deckt sich mit den Beobachtungen im Unterricht. Es zeigt sich nämlich, dass die Schüler mittlerweile recht sachkundig und flott mit der Projektierungssoftware ETS3 arbeiten. Das als Arbeitsauftrag wie gewohnt formulierte Problem wurde von den meisten Schülern schnell erfasst und in die Bustopologie fachgerecht eingearbeitet. Weitere Problemlösungen zur Anlagen-Projektierung werden in dieser Hinsicht sicherlich entscheidende Lernfortschritte bewirken.

4 Schlussbetrachtung

Die Unterrichtspraxis zeigt entsprechend den Anforderungen an Elektroniker/innen im Handwerk neben der erforderlichen Fachkompetenz die Bedeutung methodischer und sozialer Kompetenzen. Außerdem wird für die Realisierung der konkreten Projektierungsaufträge von den Schülern ein hohes Maß an beruflicher Selbständigkeit zur Umsetzung der Planungsergebnisse verlangt. Zwei Aspekte stehen sich hierzu gegenüber:

1. Es findet aus didaktischer Sicht eine sinnvolle und auch von den Schülern so wahrgenommene Einordnung des Lernens in einem größeren Projekt statt (strukturell und inhaltlich durch betriebliche Arbeitsstudien abgesichert).
2. Die Komplexität des Kundenauftrags führt insbesondere anfänglich zur Überforderung der Schüler.

Die mit der Leitfrage formulierte These, wonach die anspruchsvolle Anlagen-Projektierung durch exemplarische Planungsarbeiten der Schüler unterstützt wird, kann vor allem insofern positiv beantwortet werden, als dass die geplanten Strukturen eingehalten und umgesetzt werden. Für die Schüler rücken folglich etwas weniger rein technische Probleme oder der Umgang mit der Projektierungssoftware in den Mittelpunkt ihres Handelns, als vielmehr die Abarbeitung der mit der Planung festgelegten Arbeitsschritte. Die Projektierungssoftware ist somit ein sinnvolles Werkzeug zur Auftragsrealisierung. Das unterrichtliche Handeln hat in dieser Hinsicht bei den Schülern sicherlich eine nachhaltige Wirkung erzielt. Klar ist jedoch auch, dass umfassende Planungsarbeiten für die Schüler insbesondere dann ein Problem darstellen, wenn die Arbeitsprozesse nicht angemessen gemeinsam aufgearbeitet werden.

Das Konzept der Unterrichtsreihe ist mit Blick auf die Lernfeldumsetzung und den Lernprozessablauf auf andere Unterrichtsprojekte übertragbar. Folgende didaktisch-methodische Hinweise können hierzu abschließend gegeben werden:

- Umsetzungsprobleme müssen genau analysiert und immer möglichst früh angesprochen werden.
- Einzelne Schüler bzw. die Arbeitsgruppen sollten im Gesamtprojekt mit gezielten Verantwortungsbereichen noch stärker selbständig in die Pflicht genommen werden.
- Lernzielkontrollen müssen häufiger durchgeführt werden, um eine gründliche Vorgehensweise und Dokumentation sicherzustellen, z. B. Abfrage des Arbeitsstandes oder kleine auftragsbezogene Tests zu Beginn jeder Stunde.

Literatur

ARZBERGER, P. u. a. (2005): Fachqualifikationen Elektrotechnik: Energie- und Gebäudetechnik. Troisdorf.

BADER, R./ SCHÄFER, B. (1998): Lernfelder gestalten. Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. In: Die Berufsbildende Schule, Heft 50, 229–234.

BEITER, R. (2004): Installationsbus EIB/KNX Twisted Pair - Das Lehrbuch. München/Heidelberg.

KMK SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (Hrsg.) (2003): Rahmenlehrplan EEGT. Bonn.

PETERSEN, A. W. (2005): Geschäfts- und Arbeitsprozesse als Grundlage beruflicher Ausbildungs- und Lernprozesse. In: lernen & lehren, Heft 80, 20.Jg., 163-174.

RICHTER, C./ MEYER, R. (2006): Lernsituationen gestalten - Berufsfeld Elektrotechnik. Troisdorf.

SCHELTEN, A. (2006): Fachgespräche. In: Die berufsbildende Schule (BbSch), 58, 107-108.

SCHMIDT, W. E. u. a. (Hrsg.) (2005): Lernsituationen Energie- und Gebäudetechnik für Elektroniker und Elektroinstallateure. Hamburg: Handwerk und Technik.

Der Autor



Dr. Carsten Wehmeyer

Walther-Lehmkuhl-Schule Neumünster

E-Mail: [cwehmeyer\(at\)wls.neumuenster.de](mailto:cwehmeyer@wls.neumuenster.de)

Homepage: <http://www.wls.neumuenster.de>