

Lernsoftware in berufspraktischen Lehr-/Lernarrangements

Andreas Weiner/ Zentrum für Didaktik der Technik/ Universität Hannover

1 Komplexe Lehr-/Lernarrangements in der Berufsbildung

Lernsoftware kann in unterschiedlichen Lehr-/Lernsituationen verwendet werden (Twardy, Wilbers 1996). Neuere Ansätze in der Berufsbildung gehen davon aus, dass Wissen in Anwendungszusammenhängen zu erwerben ist. Solche Lernzusammenhänge werden als komplexe Lehr-/Lernarrangements (Dubs 1996) oder als berufspraktische Lehr-/Lernarrangements (Mulder 2001) bezeichnet. Als komplexes Lehr-/Lernarrangement werden wirklichkeitsnahe Problemstellungen verstanden, die von verschiedenen Gesichtspunkten beleuchtet werden können, zur Erarbeitung von strukturiertem Wissen geeignet sind und Transfermöglichkeiten eröffnen (Dubs 1996). Innerhalb der komplexen Lehr-/Lernarrangements kann Lernsoftware als Informationssystem eingesetzt werden.

Der Gestaltung der komplexen Lehr-/Lernarrangements liegt der problemorientierte Ansatz zur Gestaltung von Lernumgebungen (Reinmann-Rothmeier, Mandl, Prenzel 1994) zugrunde. Lernen findet danach in authentischen Lernumgebungen, in situierten Anwendungskontexten, in multiplen Kontexten und multiplen Perspektiven sowie in sozialen Kontexten statt. Die Autoren empfehlen komplexe Lehr-/Lernarrangements für Lernende, „die bezüglich der zu vermittelnden Inhalte kein oder nur wenig Grund- und Erfahrungswissen mitbringen: Hier ist ein problemorientiertes Vorgehen vorteilhaft, da es den Lernenden einen anwendungsbezogenen Einstieg in die neuen Inhalte ermöglicht und zu einem besseren Behalten und Transfer sowie zu einer flexibleren Nutzung des Gelernten beiträgt. Problemorientiertes Lernen hat im allgemeinen den Vorteil, dass es Interesse, Motivation und Aufmerksamkeit der Lernenden fördert (1994, S. 44).“

Im Folgenden soll ein komplexes Lehr-/Lernarrangement skizziert werden, das dem Erwerb von Berufswissen in beruflichen Handlungssituationen dient. Ausgangspunkt ist eine Störung in einer Druckluftherzeugungsanlage. Die Störung ist zurückzuführen auf einen Schaden an einer Flachdichtung. Dadurch baut der Kompressor nicht mehr den benötigten Druck auf. Die Auszubildenden haben den Auftrag, den Fehler festzustellen, einen Arbeitsplan für die Instandsetzung zu entwickeln, die Instandsetzung auszuführen und das Arbeitsergebnis zu kontrollieren. In der Phase der Arbeitsplanung soll neues fachliches Wissen erworben werden. Hierzu kann die Lernsoftware Montagetechnik eingesetzt werden. Das Lehr-/Lernarrangement wurde von Studierenden an der Universität Hannover entwickelt und im Unterricht einer Berufsschule erprobt. An dem Unterricht nahmen Auszubildende des Ausbildungsberufes Industriemechaniker der Fachrichtung Betriebstechnik im dritten Ausbildungsjahr teil (Brehme u.a. 2001; Weiner 2002).

Der Nachweis, dass das Lehr-/Lernarrangement für die Ausbildung von Bedeutung ist, wird mit Hilfe der Ausbildungsordnung erbracht: Danach sind Industriemechaniker/Industriemechanikerinnen der Fachrichtung Betriebstechnik aufgrund ihrer Ausbildung für Tätigkeiten im Bereich der Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft von Maschinen und Anlagen qualifiziert. Ihre Aufgaben können das Inspizieren, Warten und Instandsetzen von Maschinen und Anlagen sowie das Anpassen von Betriebsanlagen an sich ändernde Bedingungen umfassen. Hierbei demontieren und montieren sie Teile und Baugruppen unter Instandhaltungsbedingungen, grenzen Fehler ein, beheben Störungen und bewirken nach Funktionsprüfungen die Wiederinbetriebnahme der Maschinen und Anlagen. Die Abwicklung der Arbeitsaufgaben erfordert „... die Fähigkeit, Verschleißzustände zu erkennen und unter Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten geeignete Instandsetzungsmaßnahmen durchzuführen und einzuleiten“ (Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen, 1987).

Die einzelnen Schritte zur Bearbeitung des komplexen Lehr-/Lernarrangements werden im Folgenden beschrieben.

2 Das komplexe Lehr-/Lernarrangement Instandsetzung Druckluftherzeugungsanlage

Die Arbeitsaufgabe

Berufspraktische Lehr-/Lernarrangements beinhalten Lern- und Arbeitsaufgaben. Als Arbeitsaufgaben werden für den Ausbildungsberuf typische Aufgaben ausgewählt. Die Aufgaben sollen so gestaltet sein, dass die Auszubildenden sie im Ausbildungsbetrieb ausführen können.

Für diese Arbeitsaufgabe wird eine Druckluftherzeugungsanlage verwendet, die in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen sollte, so dass die Auszubildenden in Gruppen mit geringer Teilnehmerzahl die Arbeitsaufgabe ausführen konnten. Die Arbeitsaufgabe umfasst die Instandsetzung einer schadhafte Flachdichtung. Die Auszubildenden haben die Aufgabe, den Fehler festzustellen, Hypothesen für die Fehlerursache zu bilden, einen Arbeitsplan zu erstellen, das Aggregat zu demontieren, den Fehler festzustellen, Ersatzteile auszuwählen und zu bestellen, das Aggregat zu montieren und in Betrieb zu nehmen und die Funktion zu überprüfen.

Die Druckluftherzeugungsanlage

Die Druckluftherzeugungsanlage ist ein Lehrmittel, das von der Fa. G.U.N.T. Gerätebau GmbH Hamburg hergestellt wird. Der darin verwendete Kompressor ist ein luftgekühlter, einzylindriger Kolbenkompressor. Er verdichtet Luft vom Umgebungszustand einstufig auf einen Druck von 10 bar. Die Leistungsaufnahme ist 0,7 KW. Der Kompressor wird über einen Keilriemen von einem Elektromotor angetrieben. Die komprimierte Luft wird in einen Druckluftspeicher gefördert. Über ein Manometer wird der jeweilige Druck im Speicher angezeigt.

In den Kompressor sind Dichtungen unterschiedlicher Bauart eingesetzt. Unterschieden werden ruhende Dichtungen und Bewegungsdichtungen. Sie haben die Aufgabe, das Eindringen oder Austreten von Flüssigkeiten, Gasen oder festen Stoffen zu verhindern oder zu verringern. Beim Kolbenkompressor soll das ungewollte Austreten von Schmieröl und Luft verhindert werden. Dazu sind zwischen den Gehäusebauteilen Flachdichtungen eingesetzt. Um das Austreten von Öl an den Wellenenden zu verhindern, sind Wellendichtringe eingesetzt. Für den vorliegenden Fall, dass im Druckbehälter kein oder nur ein geringer Druck aufgebaut wird, ist davon auszugehen, dass eine der Flachdichtungen defekt ist.

Für die Auswahl der Druckluftherzeugungsanlage als Unterrichtsmedium sprechen verschiedene Gründe: Die Entscheidung für einen problemlösenden Unterricht macht es notwendig, dass die Auszubildenden ihre Entscheidungen in der Arbeitsplanung daraufhin überprüfen können, in welchem Umfang sie den angestrebten Zielen entsprechen. Hierzu ist die Ausführung der geplanten Arbeit notwendig. Als Aufgabenstellung stehen nicht immer betriebliche Aufgaben zur Verfügung. Hier bietet es sich zu Ausbildungszwecken an, den Lernort vollständig in den Klassenraum oder die Ausbildungswerkstatt der Schule oder des Betriebes zu verlegen.

Die Leittexte

Im Unterricht oder in der betrieblichen Ausbildung kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle Auszubildenden die für die Arbeitsplanung notwendigen Kenntnisse besitzen. Vielmehr ist die Arbeitsplanung Anlass, fehlende Kenntnisse zu erwerben. Um die Schüler über die Aufgaben zu informieren und fachliche Informationen bereitzustellen, wurden Leittexte gestaltet. Diese beinhalten sowohl Arbeitsaufträge als auch fachliche Texte und Zeichnungen. Die Leittexte dienen dazu, den Auszubildenden die Arbeitsplanung zu ermöglichen. Im Einzelnen umfassen sie die folgenden Themen:

- Arbeitsauftrag
- Modell der vollständigen Handlung
- Aufbau und Funktion des defekten Systems
- Die Druckluftherzeugungsanlage
- Funktionsweise des Kolbenkompressors
- Kennlinie
- Dichtungen
- Dichtungsarten
- Demontage- und Montagetechniken,
- Arbeitsplanung
- Kompressoendemontage
- Kompressor montage und Inbetriebnahme
- Beurteilung des Ergebnisses
- Auswertung
- Reflexion

Um die Störung feststellen zu können, machen die Schülerinnen und Schüler oder die Auszubildenden sich zunächst mit dem Aufbau und der Funktion des Systems Druckluftherzeugungsanlage vertraut. Dazu enthält das Arbeitsblatt 7 eine Funktionsbeschreibung. Die Seiten 8 und 9 dienen dazu, die Baugruppen zu bestimmen. Die Schüler können dies, indem sie die in der Funktionsbeschreibung genannten Baugruppen identifizieren, aufzählen (Seite 8) und den Nummern zuordnen (Seite 9).

Die Seite 10 enthält die Funktionsbeschreibung des Kolbenkompressors. Wie zuvor bei der Analyse des Systems Druckluftherzeugungsanlage identifizieren die Auszubildenden die Bauteile (Seite 11) und ordnen sie den Bauteilnummern zu (Seite 12). Die Texte zum Aufbau und zur Funktion der Druckluftherzeugungsanlage und des Kolbenkompressors sind gestaltet nach dem Konzept der *Analyse technischer Systeme* (vgl. z.B. Bader 1991). Die Baugruppen werden in ihre Elemente gegliedert (bauliche Ebene) und die Funktion der Baugruppe und der Elemente beschrieben.

Um die Störung festzustellen, nehmen die Auszubildenden die Kennlinie für den erreichten Druck in Abhängigkeit von der Füllzeit auf. Dazu erwerben sie zunächst Kenntnisse über den Zweck und die Aufnahme von Kennlinien (Seite 13). Anschließend ermitteln die Auszubildenden die Kennlinie zunächst für einen funktionsfähigen Kompressor (Seite 14), dann für einen defekten Kompressor, vergleichen Sie miteinander und fixieren die Unterschiede (Seite 16). Aus der Kennlinie wird deutlich, dass der Kompressor nur einen geringen Druck im Vorratsbehälter aufbauen kann. Als Störungsursache wird eine defekte Dichtung vermutet (Seite 16).

Die Suche nach der Störungsursache wird auf die defekte Dichtung hin gelenkt. Im Arbeitsblatt wird die Aufgabe von Dichtungen beschrieben. Die Auszubildenden sollen versuchen, sich an Dichtungen und deren Funktion als ihrem Erfahrungsbereich zu erinnern. Als weitere Aufgabe sollen sie anhand der Gesamtzeichnung des Kolbenkompressors Dichtungen identifizieren (Seite 18).

Arbeitsblatt 19 dient dazu, Dichtungen in Hauptgruppen zu systematisieren und die in Arbeitsblatt 18 fixierten Dichtungen des Kolbenkompressors den Hauptgruppen zuzuordnen. Die Systematisierung in Hauptgruppen folgt der Systematisierung in Dichtungen an ruhenden Flächen (D 8.1) und Dichtungen an bewegten Flächen (D 8.2) der Lernsoftware Montagetechnik.

Um die Demontage- und Montagetätigkeit durchführen zu können, sind Kenntnisse zur fachgerechten Handhabung von Dichtungen und zur Vorbereitung der Dichtflächen, zur fachgerechten Verschraubung des Gehäuses

sowie zur Entsorgung des Altöls notwendig, das zur Schmierung der Lager des Kolbenkompressors verwendet wird. Die Auszubildenden erarbeiten sich die Kenntnisse mit Hilfe der Arbeitsblätter 20 und 21. Die Arbeitsblätter beinhalten offene Fragen, die mit Hilfe der Lernsoftware Montagetechnik beantwortet werden können. Die Fragen zur beschädigungsfreien Montage und Demontage von Dichtungen können mit Hilfe der Abschnitte D 2.1 und D 8 beantwortet werden. Die Frage nach den Vorkehrungen, die beim Verschrauben von Gehäusedeckeln zu beachten sind, kann mit Hilfe der Seite B 5.6 (Stichwort Anziehfolge) beantwortet werden. Die Frage nach den Vorkehrungen, die bei der Demontage von Gehäuseteilen getroffen werden müssen, die bei Betrieb Öl führen, können mit Hilfe der Seiten A 9.3 und D 2.1 beantwortet werden.

Anschließend erstellen die Auszubildenden die Arbeitsplanung (Seiten 23-25). Dazu enthalten die Arbeitsblätter den Arbeitsauftrag (S. 23) sowie Vorlagen zur Gestaltung der Arbeitsplanung (Seite 24f.).

Nach der Instandsetzung soll der Kompressor wieder montiert und getestet werden (Seite 27). Dazu nehmen die Auszubildenden die Kennlinie auf (Seite 28) und vergleichen sie mit der Referenzkennlinie (Seite 14).

Die Reflexionsphase wird eingeleitet durch die Arbeitsblätter 30f. Es bietet sich an, die Arbeitsblätter zur Vorbereitung auf eine Präsentation der einzelnen Auszubildenden(-gruppen) in der Gesamtgruppe zu nutzen. Auf diese Weise sollte es gelingen, innerhalb des Problemlöseprozesses erworbenes metakognitives Wissen zu explizieren und allen Auszubildenden zur Verfügung zu stellen.

3 Resümee

Das vorgestellte Beispiel zeigt auf, in welcher Weise die Lernsoftware Montagetechnik im Unterricht oder in der Ausbildung zur Lösung komplexer Probleme eingesetzt werden kann. Haufe u.a. (2002) haben ein weiteres Beispiel eines komplexen Lehr-/Lernarrangements unter Nutzung der Lernsoftware entwickelt und erprobt. Darin geht es um die Instandsetzung eines Schadens an einem Wälzlager des Kolbenkompressors. Insbesondere mit Hilfe der Lernsoftware ist es möglich, Hinweise zur fachgerechten Demontage und Montage der Wälzlager zu erwerben und für die Arbeitsplanung zu nutzen.

4 Literatur

- Bader 1991 Bader, Reinhard: Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz durch Verstehen und Gestalten von Systemen. Ein Beitrag zum systemtheoretischen Ansatz in der Technikdidaktik. *Die berufsbildende Schule* 43 (1991) 7/8, S. 441-458.
- Dubs 1996 Dubs, Rolf: Komplexe Lehr-Lern-Arrangements im Wirtschaftsunterricht. – Grundlagen, Gestaltungsprinzipien und Verwendung im Unterricht. In: Klaus Beck u.a. (Hrsg.): *Berufserziehung im Umbruch. Didaktische Herausforderungen und Ansätze ihrer Bewältigung*. Weinheim: Deutscher Studien Verl. 1996. S. 159-172
- Brehme u.a. 2001 Brehme, Daniel; Munderloh, Mathias; Schnabel, Philipp; Schulze, Peter: Instandsetzung eines Dichtungsschadens an einem Kolbenkompressor. Bericht über ein Unterrichtsprojekt am Zentrum für Didaktik der Technik unter Mitwirkung der Otto-Brenner-Berufsschule Hannover. Universität Hannover: Zentrum für Didaktik der Technik 2001 (unveröffentlicht).
- Haufe u.a. 2002 Haufe, Tobias; Kühne, Christian; Mann, Michael; Neumann, Axel: Instandsetzung eines Wälzlagerschadens an einem Kolbenkompressor. Bericht über das Fachdidaktische Projekt II am Zentrum für Didaktik der Technik unter Mitwirkung der Otto-Brenner-Berufsschule Hannover. Universität Hannover: Zentrum für Didaktik der Technik 2002 (unveröffentlicht).
- Kremer, Sloane 2001 Kremer, H.-Hugo und Peter F. E. Sloane (Hrsg.): *Konstruktion, Implementation und Evaluation komplexer Lehr-Lern-Arrangements. Fallbeispiele aus Österreich, den Niederlanden und Deutschland im Vergleich*. Paderborn: Eusl-Verlagsgesellschaft 2001.
- Mulder 2001 Mulder, Regina: Fallbeispiel II: Gestaltung berufspraktischer Ler-Lernarrangements: Entwurf und Test des Modells zunehmender Komplexität. In: Kremer, Sloane 2001, S. 45-73.
- Reinmann-Rothmeier, Mandl, Prenzel 1994 Reinmann-Rothmeier, Gabi; Mandl, Heinz; Prenzel, Manfred: *Computerunterstützte Lernumgebungen. Planung, Gestaltung und Bewertung*. Hrsg.: Heinz Arzberger, Karl-Heinz Brehm. Erlangen: Publicis MCD Verl. 1994.
- Twardy, Wilbers 1996 Twardy, Martin; Wilbers, Karl: *Computerunterstützter Unterricht in der Berufsbildung*. In: *Didaktik der Berufsbildung*. Hrsg.: B. Bonz. Stuttgart: Holland und Josenhans 1996. (= Beiträge zur Pädagogik für Schule und Betrieb. 17). S. 144-161.
- Weiner 2002 Weiner, Andreas: *Fachdidaktische Projekte in der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehren an berufsbildenden Schulen*. In: Schnurpel, Ursula; Reschke, Bernd; Borchers, Udo (Hrsg.): *Praxisorientierung und Kooperation in der Berufsschullehrerbildung. Erfahrungen aus dem Modellversuch IBU*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verl. 2002. S. 180-193.
- Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen, 1987 *Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen*. Industriemechaniker/Industriemechanikerin Betriebstechnik. Bundesgesetzblatt Teil I S. 274 vom 24. Januar 1987.