

20.12.2002

Diplomarbeit

Berno Langer 2036 DA

Konzeption für die Durchführung von Online-Praktikumsversuchen

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Peter Göhner
Dipl.-Ing. Thomas Wagner
Dipl.-Ing Dipl.-Techpäd. Eugen Mayer

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-------------|
| Abbildungsverzeichnis | iii |
| Tabellenverzeichnis | iv |
| Abkürzungsverzeichnis | v |
| Begriffsverzeichnis | vi |
| Zusammenfassung | vii |
| Abstract | viii |
| 1 Einführung | 9 |
| 1.1 Hintergrund..... | 9 |
| 1.2 Ziele und Aufgaben | 10 |
| 2 Grundlagen von Online-Praktikumsversuchen | 13 |
| 2.1 Ist die Erstellung eines Online-Praktikumsversuchs sinnvoll?..... | 13 |
| 2.1.1 Realer Versuch oder Simulation? | 13 |
| 2.1.2 Vorteile des Online-Praktikumsversuchs..... | 14 |
| 2.1.3 Nachteile des Online-Praktikumsversuchs | 15 |
| 2.2 Wie ist eine telemediale Lernumgebung aufgebaut?..... | 16 |
| 2.3 Aspekte der Lernumgebung..... | 17 |
| 2.4 Mediendidaktische Grundlagen..... | 18 |
| 2.4.1 Lernparadigmen und ihre Umsetzung..... | 18 |
| 2.4.2 Didaktische Elemente | 25 |
| 2.5 Grundlagen des Online-Lernens..... | 31 |
| 2.5.1 Lernszenarien..... | 31 |
| 2.5.2 Vermeidbare Schwierigkeiten beim Online-Lernen | 32 |
| 3 Konzeption für die Durchführung von Online-Praktikumsversuchen | 35 |
| 3.1 Überblick | 35 |
| 3.2 Technisches Konzept..... | 36 |
| 3.2.1 Systemarchitektur | 37 |
| 3.2.2 Anforderungen an einen Online-Praktikumsversuch..... | 39 |
| 3.2.3 Typen von Praktikumsversuchen..... | 41 |
| 3.2.4 Zugriffskontrolle..... | 42 |
| 3.3 Organisatorisches Konzept..... | 43 |
| 3.3.1 Kosten | 43 |
| 3.3.2 Vorbereitung für den Lernenden..... | 44 |
| 3.3.3 Verfügbarkeit der Versuchsanlage..... | 45 |
| 3.3.4 Wartungsarbeiten und Fehlerbeseitigung | 45 |
| 3.3.5 Zusammenfassung | 46 |
| 3.4 Mediendidaktisches Konzept..... | 47 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.5 | Inhaltskonzept..... | 48 |
| 3.5.1 | Lerninhalte | 48 |
| 3.5.2 | Aufgaben..... | 49 |
| 3.5.3 | Praktikumsversuche | 51 |
| 3.6 | Konzept der Ablaufsteuerung..... | 51 |
| 3.6.1 | Übersicht..... | 51 |
| 3.6.2 | Anmeldung..... | 54 |
| 3.6.3 | Willkommens-Seite | 54 |
| 3.6.4 | Einarbeiten in die Lernumgebung..... | 54 |
| 3.6.5 | Auswählen der Lerneinheit..... | 55 |
| 3.6.6 | Auswählen der Lernform | 55 |
| 3.6.7 | Tutorium – geführter Ablauf..... | 56 |
| 3.6.8 | Bibliothek – offener Ablauf..... | 56 |
| 3.6.9 | Praktikum mit Versuchsdurchführung..... | 57 |
| 3.6.10 | Lernzielkontrolle..... | 57 |
| 3.6.11 | Ergänzungen | 58 |
| 3.7 | Hilfekonzept | 58 |
| 3.7.1 | Problemarten..... | 58 |
| 3.7.2 | Hilfemöglichkeiten | 59 |
| 3.7.3 | Handbuch..... | 60 |
| 3.7.4 | Kontext-Hilfe | 60 |
| 3.7.5 | Besondere Hilfestellung an Problemstellen..... | 60 |
| 3.8 | Gestaltungskonzept..... | 64 |
| 3.8.1 | Bildschirmaufteilung | 65 |
| 3.8.2 | Styleguide | 66 |
| 3.9 | Navigationskonzept | 67 |
| 3.9.1 | Navigationsleiste..... | 67 |
| 3.9.2 | Inhaltsverzeichnis | 71 |
| 3.9.3 | Hyperlinks..... | 71 |
| 3.10 | Kommunikationskonzept..... | 72 |
| 3.10.1 | Chat..... | 72 |
| 3.10.2 | Schwarzes Brett | 72 |
| 3.10.3 | Gruppen und Messaging-System | 72 |
| 3.11 | Funktionelles Konzept..... | 73 |
| 3.11.1 | Knoten..... | 73 |
| 3.11.2 | Software-Systemkomponenten | 75 |
| 4 | Der Prototyp | 82 |
| 5 | Zusammenfassung und Ausblick..... | 88 |
| | Literaturverzeichnis..... | 89 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Einfacher Ansatz des Telezugriffs | 10 |
| Abbildung 2: Erweiterter Ansatz des Telezugriffs..... | 11 |
| Abbildung 3: Zielsetzung der Diplomarbeit | 12 |
| Abbildung 4: Schematischer Aufbau der Telemedialen Lernumgebung..... | 16 |
| Abbildung 5: Die drei Aspekte der Lernumgebung..... | 17 |
| Abbildung 6: Moderater Konstruktivismus [Mayer 1999 S. 25] | 22 |
| Abbildung 7: Die drei Phasen des Learning Cycle | 23 |
| Abbildung 8: Einflüsse auf die Lerninhalte | 26 |
| Abbildung 9: Das Zusammenspiel der Einzelkonzepte in der Lernumgebung..... | 35 |
| Abbildung 10: Hardwarearchitektur für die Durchführung von Online-Praktikumsversuchen.... | 37 |
| Abbildung 11: Die Eisenbahnsteuerung ist ein Praktikumsversuch vom Typ I | 41 |
| Abbildung 12: Die Regelung einer Heizungsanlage ist ein Praktikumsversuch vom Typ II | 42 |
| Abbildung 13: Antwortmöglichkeiten verschiedener Aufgabentypen | 49 |
| Abbildung 14: Übersicht über den möglichen Ablauf einer Sitzung in der Lernumgebung | 52 |
| Abbildung 15: Ablauf der Tutoriums-Sitzung | 56 |
| Abbildung 16: Ablauf der Bibliotheks-Sitzung | 57 |
| Abbildung 17: Mögliche Probleme im Lernablauf | 61 |
| Abbildung 18: Empfohlene Bildschirmaufteilung für die Lernumgebung..... | 66 |
| Abbildung 19: Kopfleiste der Lernumgebung | 66 |
| Abbildung 20: Die Zweiteilung der Navigationsleiste..... | 67 |
| Abbildung 21: Die Einzelfunktionen der Willkommens-Seite | 67 |
| Abbildung 22: Die Einzelfunktionen während des Auswählens einer Lerneinheit | 68 |
| Abbildung 23: Die Einzelfunktionen während des Lernens im Tutorium..... | 68 |
| Abbildung 24: Die Einzelfunktionen während des Lernens in der Bibliothek | 69 |
| Abbildung 25: Die Einzelfunktionen der Lernfortschritts-Anzeige..... | 69 |
| Abbildung 26: Die Einzelfunktionen der Einstellungen | 70 |
| Abbildung 27: Die Einzelfunktionen bei der Einführung in die Lernumgebung..... | 70 |
| Abbildung 28: Die Zusatzfunktionen in der Navigationsleiste..... | 70 |
| Abbildung 29: Übersicht über die Knoten-Typen der Lernumgebung | 74 |
| Abbildung 30: Knoten des Praktikums „Grundlagen der Samaphoren“..... | 75 |
| Abbildung 31: Übersicht über die Funktionen der Lernumgebung | 75 |
| Abbildung 32: Inhalt der Informations- Aufgaben-, Tutoriums- und Bibliotheksnoten..... | 77 |
| Abbildung 33: Inhalte der Versuchs- und Lernzielkontrollknoten | 77 |
| Abbildung 34: Inhalt eines Praktikumsknotens | 78 |
| Abbildung 35: Inhalt der Lexikon- und Stichwort-Knoten..... | 78 |
| Abbildung 36: Der Login-Screen..... | 82 |
| Abbildung 37: Die Willkommens-Seite..... | 83 |
| Abbildung 38: Einführung in die Lernumgebung..... | 84 |
| Abbildung 39: Auswählen einer Lerneinheit | 85 |
| Abbildung 40: Die Kontext-Hilfe, nachdem eine Lerneinheit gewählt wurde. | 85 |
| Abbildung 41: Eine Seite im Tutorium "Synchronisation with Semaphores" | 86 |
| Abbildung 42: Der Lösungseditor des Praktikumsversuchs. | 87 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Eigenschaft der beiden Lernparadigmen..... | 20 |
| Tabelle 2: Gegenüberstellung der beiden Lernparadigmen | 21 |
| Tabelle 3: Kommunikationsmedien zur Betreuung..... | 27 |
| Tabelle 4: Kommunikationsmedien der Lernenden..... | 28 |
| Tabelle 5: Organisatorische Konsequenzen des technischen Aspekts..... | 46 |
| Tabelle 6: Hilfemöglichkeiten bei verschiedenen Problemarten | 59 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----|--|
| Ak | A ufgaben k noten |
| Bk | B ibliotheks k noten |
| Ck | C ontainer k noten |
| Dok | D okument k noten |
| Dpk | D okument e pool k noten |
| Hk | H andbuch k noten |
| Hsk | H andbuch s eite k noten |
| IfK | I nformation s k noten |
| Ik | I nhalt s k noten |
| Lk | L erneinheit k noten |
| Lkk | L ernziel k ontroll k noten |
| Lxk | L exikon k noten |
| Mk | M odul k noten |
| Pk | P raktikum s k noten |
| Sk | S tichwort k noten |
| Tk | T utorium k noten |
| Vk | V ersuch s k noten |

Begriffsverzeichnis

Aktor: Einheit zur Umsetzung von Stellinformation tragenden Signalen geringer Leistung in leistungsbehafte Signale einer zur Prozessbeeinflussung notwendigen Energieform

Tutor: Bezeichnet den Versuchsbetreuer und Administrator.

Praktikumsteilnehmer: Bezeichnet Personen, welche das Online-Praktikum teilnehmen.

Benutzer: Umfasst die beiden Benutzergruppen Tutor und Praktikumsteilnehmer.

Aktive Benutzer: Benutzer, die im Moment beim System angemeldet sind.

Versuchsanlage: Das technische System, auf dem Experimente durchgeführt werden.

Arbeitsbereich: Zentraler Teil der Benutzungsoberfläche, in welchem Inhalte dargestellt und Aufgaben bearbeitet werden.

Kopfleiste: Oberster Bereich der Benutzungsoberfläche, welcher Titel und Logo des Online-Praktikums und eventuell Bedienelemente beinhaltet.

Navigationsleiste: Unterster Bereich der Benutzungsoberfläche, welcher Schaltflächen zur Navigation im System enthält.

Inhaltsverzeichnis: Linker Bereich der Benutzungsoberfläche, in dem eine Übersicht der verfügbaren Themen dargestellt wird. Außerdem können hier die Themen ausgewählt werden.

Lösungseditor: Im Lösungseditor kann der Praktikumsteilnehmer seinen Lösungsvorschlag eingeben.

Zusammenfassung

In der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung spielen Praktikumsversuche eine wichtige Rolle. Durch die Online-Durchführung dieser Praktikumsversuche kann ihr Potential noch weiter ausgebaut werden und es entstehen Vorteile sowohl für die Universität als auch für die Studierenden. Bei diesen Online-Praktikumsversuchen können zeitliche und räumliche Einschränkungen überwunden und ein breiteres Lehrangebot bei Praktika und Experimenten geschaffen werden. Allerdings sind auch neue Randbedingungen, die durch das Fehlen des gewohnten sozialen Umfelds und direkter Ansprechpartner entstehen, zu berücksichtigen.

Diese Diplomarbeit wurde am Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik (IAS) der Universität Stuttgart erstellt. Das Ziel bestand darin, ein Konzept zu erarbeiten, das die didaktisch sinnvolle Durchführung von Online-Praktikumsversuchen beschreibt. Zur Erstellung des Konzeptes wurde ein mediendidaktischer Gestaltungsprozess durchgeführt. Dabei wurden bestehende Lernumgebungen zur Praktikumsdurchführung untersucht, Problemstellen ausfindig gemacht und Lösungsmöglichkeiten gesucht und beschrieben. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Lösung der Probleme, die durch die Integration des Praktikumsversuchs in eine Lernumgebung entstehen. Weiterhin wurden die technischen Anforderungen an die Versuchsanlage und die daraus entstehenden organisatorischen Konsequenzen für die Versuchsdurchführung untersucht. Das entstandene Konzept beschreibt nun die Durchführung von Online-Praktikumsversuchen aus didaktischer, technischer und organisatorischer Sicht.

Parallel zur Entwicklung des Konzeptes wurde ein Prototyp erstellt. Im Prototyp wurden die wesentlichen Teile der Konzeption realisiert. Dadurch konnten die konzeptionellen Ansätze noch während der Entwicklung evaluiert und verbessert werden.

Abstract

In the engineer-scientific training laboratory experiments play an important role. Their potential still can be enlarged by an online execution, and this brings advantages for both the university and the students. With the online execution of laboratory experiments spatial and time restrictions can be overcome and a more comprehensive range of laboratory experiments can be created. However, there are also new constraints to take into account that emerge from the absence of the accustomed social environment and the missing contact person.

This diploma thesis was written at the Institute of Automation and Software Engineering (IAS) at the University of Stuttgart. The goal was to develop a concept which describes the didactically reasonable online execution of laboratory experiments. To develop the concept, a media didactical process has been accomplished. Existing learning environments with laboratory experiments were examined, their problems were analysed and possible solutions were described. The emphasis thereby was on the solution of problems, which result from the integration of the laboratory experiments into a learning environment. Further on, the technical requirements of the experiment facility and the evolving organisational consequences for the execution of the laboratory experiment were regarded. The developed concept describes the execution of online experiments from a didactical, technical and organisational point of view.

In parallel to the development of the concept, a prototype has been created. In the prototype, the substantial parts of the concept were realised. Thus the conceptual approaches could be evaluated and improved during the development.

1 Einführung

1.1 Hintergrund

Praktikumsversuche und Laborexperimente spielen eine wichtige Rolle in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung. Durch sie wird dem Studierenden die Umsetzung und Überprüfung der in Vorlesungen vermittelten Theorien in der Praxis und das Erlernen der Handhabung technischer Versuchsanlagen ermöglicht. Aus diesem Grund sind Laborversuche von entscheidender Bedeutung für das Sammeln von praktischer Erfahrung und die Veranschaulichung möglicher Tätigkeitsbereiche von Ingenieuren.

Üblicherweise werden an Hochschulen zur Vermittlung bestimmter Lehrinhalte mit großem Aufwand an Geld und Zeit ähnliche Praktikumsversuche aufgebaut. Zugleich ist oftmals durch die zunehmende Spezialisierung keine vollständige Abdeckung einzelner Fächer in einem Labor möglich. Hinzu kommt, dass diese Versuche Studierenden nur eingeschränkt und ausschließlich während der eigentlichen Versuchsdurchführung zur Verfügung stehen. Durch die Fernbedienung und Ferndurchführung von Versuchen könnten diese zeitlichen und räumlichen Einschränkungen überwunden und durch die Zusammenarbeit von Universitäten ein breiteres Lehrangebot bei Praktika und Experimenten geschaffen werden. Darüber hinaus besteht die Chance, durch den freien und spielerischen Grundcharakter eines Online-Praktikumsversuchs eine zusätzliche Motivation der Studierenden zu erreichen.

Die Verbreitung des Internets und der damit verbundenen Technologien für Kommunikation und Darstellung von Inhalten schreitet stetig voran. Ende des Jahres 2001 hatten 47 % der über 14 Jahre alten Deutschen das Internet genutzt. 31 % der Bevölkerung zwischen 14 und 65 Jahren haben einen privaten Internet-Zugang, und davon waren bereits 15 % mit einem breitbandigen Internetanschluss ausgestattet [regtp 2001 / S.12]. Diese Verbreitung bildet die Basis für die Entwicklung von Online-Praktikumsversuchen.

1.2 Ziele und Aufgaben

Um einen traditionellen Praktikumsversuch über das Internet steuerbar und abrufbar zu machen, genügt es aus technischer Sicht, ihn mit Aktoren und Sensoren auszustatten (vgl. Abbildung 1) und über einen Versuchsserver ans Internet anzuschließen. Medien wie Video- und Audio-Streams sorgen dann dafür, die Versuchsdurchführung zu übertragen und dem Lernenden so das Gefühl zu vermitteln, im Labor anwesend zu sein.

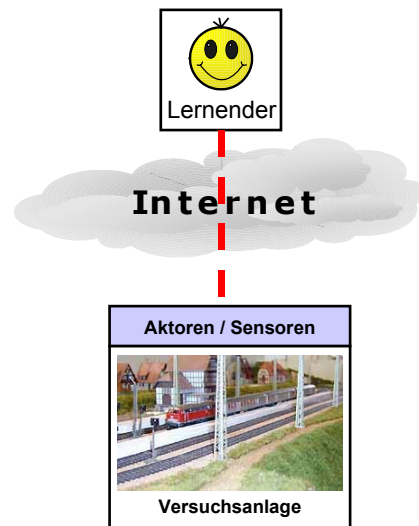


Abbildung 1: Einfacher Ansatz des Telezugriffs

Bei diesem einfachen Ansatz treten jedoch folgende Probleme auf:

- Der Lernende ist vom gewohnten **sozialen Umfeld** abgeschnitten. Er ist also weitgehend auf sich alleine gestellt und kann nicht, wie er es von Präsenzveranstaltungen her gewohnt ist, mit anderen Lernenden oder dem Lehrenden über den Lernstoff oder die Versuchsdurchführung sprechen. Außerdem ist die Umgebung vor dem Bildschirm eine komplett andere als die direkt vor Ort an der Versuchsanlage.
- Treten **Schwierigkeiten** (technischer Art oder Verständnisschwierigkeiten) bei der Durchführung des Versuchs auf, so ist kein Ansprechpartner vorhanden.
- Die **Motivation** sinkt sehr schnell, wenn diese Schwierigkeiten nicht selbständig und mit vertretbarem Aufwand bewältigt werden können.
- Oftmals werden beim Fokus auf die technische Realisierung des Online-Praktikums auch die **Medien**, die zur Vorbereitung auf das Praktikum und zur Versuchsdurchführung benötigt werden, so eingesetzt, dass sie eher hinderlich als lernförderlich sind. Dies kann sich beispielsweise durch überladene und unübersichtliche Benutzungsoberflächen ausdrücken.

Die Lösung dieser Probleme besteht nun darin, den Online-Praktikumsversuch in eine telemediale Lernumgebung einzubetten (vgl. Abbildung 2):

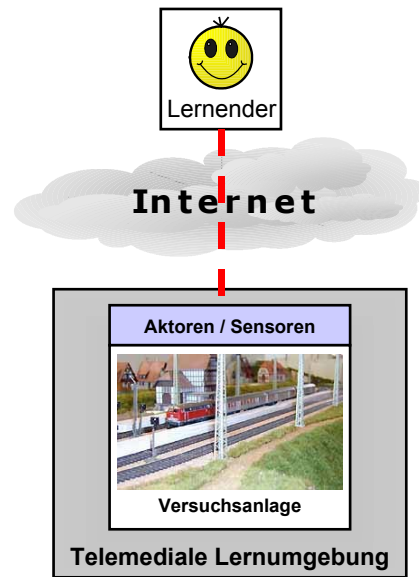


Abbildung 2: Erweiterter Ansatz des Telezugriffs

Diese telemediale Lernumgebung soll nun ...

- ... das **soziale Umfeld** des Lernenden **simulieren**.
- ... die **Probleme** aus Sicht des Lernenden **minimieren** und Hilfestellung anbieten.
- ... die **Motivation aufrechterhalten**.
- ... dafür sorgen, dass die **neuen Medien** so eingesetzt werden, dass sie ihr **Potenzial entfalten** können.

Die Konzeption und der Entwurf einer solchen Lernumgebung stellt eine große Herausforderung an den Lehrenden dar. Er muss dabei insbesondere auch nichttechnische Aspekte berücksichtigen. Aufgabe dieser Diplomarbeit war es, hier eine sinnvolle Hilfestellung zu erarbeiten.

Die Zielsetzung der Diplomarbeit lässt sich wie in Abbildung 3 dargestellt zusammenfassen.

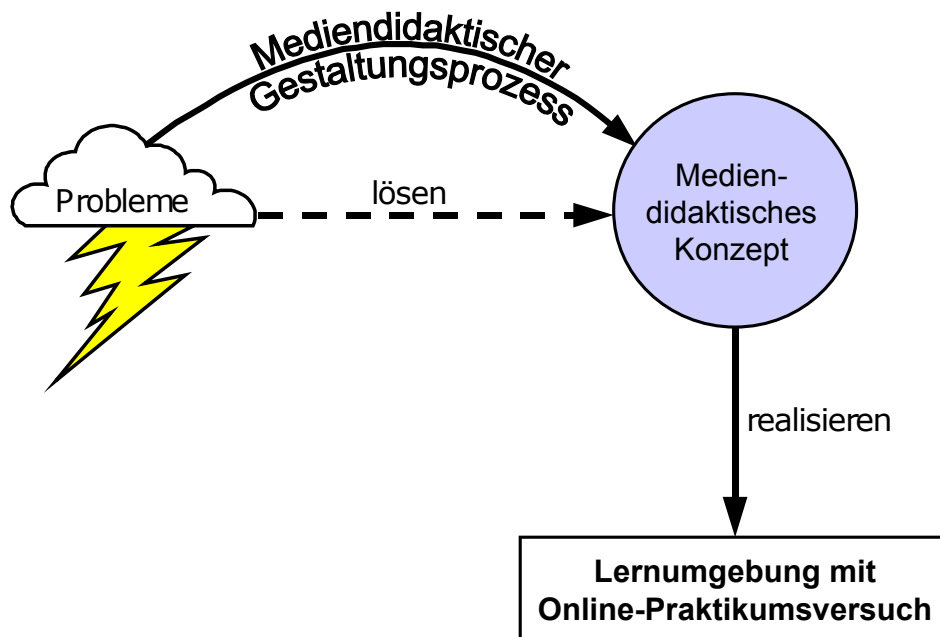


Abbildung 3: Zielsetzung der Diplomarbeit

Die beim Durchführen von Online-Praktikumsversuchen auftretenden **Probleme** sollen nach Möglichkeit bereits im Vorfeld **gelöst** – oder zumindest auf ein Minimum reduziert – werden. Bei Problemen, die sich nicht vermeiden lassen, soll eine umfassende Unterstützung und Hilfestellung angeboten werden. Dazu ist nun ein **mediendidaktischer Gestaltungsprozess** durchzuführen, der die Probleme aufdeckt, Lösungsmöglichkeiten und Hilfestellungen analysiert und Empfehlungen ausspricht. Ein sehr wichtiges Ziel ist es, die Motivation des Lernenden aufrecht zu erhalten. Das Ergebnis des Gestaltungsprozesses – und somit der Diplomarbeit – ist ein **mediendidaktisches Konzept** für die Durchführung von Online-Praktikumsversuchen. Auf Basis dieses Konzeptes können zukünftig konkrete **Lernumgebungen mit Online-Praktikumsversuch realisiert** werden.

2 Grundlagen von Online-Praktikumsversuchen

2.1 Ist die Erstellung eines Online-Praktikumsversuchs sinnvoll?

Bevor mit der Erstellung eines Online-Praktikumsversuchs unter Verwendung einer realen Versuchsanlage begonnen wird, ist zu klären, inwieweit dies unter den konkreten Randbedingungen überhaupt sinnvoll ist. Diese Überlegungen werden im nächsten Abschnitt dargelegt. In den beiden darauf folgenden Abschnitten werden dann die Vor- und Nachteile eines Online-Praktikumsversuchs gegenüber einer Präsenzveranstaltung dargestellt.

2.1.1 Realer Versuch oder Simulation?

Die Nachteile der Versuchsanlage im Vergleich zu einem simulierten Modell scheinen auf den ersten Blick zu überwiegen:

- Die Versuchsanlage ist fehleranfällig, unterliegt Verschleiß und muss gewartet werden.
- In den meisten Fällen ist der Zugriff auf die Versuchsanlage exklusiv und muss daher mit anderen Lernenden zeitlich abgestimmt werden.
- Nicht alle Versuche lassen sich – aus technischen Gründen – fernsteuern.
- Im Vergleich zur Simulation ist ein realer Versuch oftmals weniger anschaulich, da er z.B. nicht in Zeitlupe ablaufen kann.

Jedoch können auch einige Vorteile zugunsten des technischen Versuchs aufgeführt werden:

- Es kann motivierend sein, die in der Theorie gelernten Sachverhalte durch ein reales Experiment bestätigt zu bekommen.
- Durch ein reales Modell kann der Unterschied zwischen Theorie und Praxis erfahren werden. Simulationen arbeiten in der Regel auf vereinfachten Modellen und sind deswegen oftmals leichter nachzuvollziehen. In der Praxis zeigen sich aber immer wieder Faktoren, die im simulierten Modell nicht abgebildet sind.
- Es sind technische Versuche vorstellbar, die nur mit großem Aufwand (z.B. weil sie sehr rechenintensiv sind) simuliert werden könnten, und die daher mit vergleichsweise geringem Aufwand real aufgebaut werden können.

Bei welchen Versuchen die Versuchsanlage der Simulation vorzuziehen ist, ist also für jeden Einzelfall zu entscheiden.

2.1.2 Vorteile des Online-Praktikumsversuchs

Ein Online-Praktikumsversuch hat einige Vorteile gegenüber der Präsenzveranstaltung:

- **Bessere Ausnutzung der Versuchsanlage**, da der Versuch auch von Lernenden anderer Institutionen durchgeführt werden kann.
Aufgrund des größeren Einzugsbereiches und der damit erhöhten Zahl von Lernenden, kann sich die Realisierung sehr spezieller Praktikumsversuche dadurch erst rechtfertigen.
- Längerfristig ergibt sich eine **Kosten- und Zeitersparnis** für die Institution, da Versuchsanlagen nur einmal aufgebaut werden müssen.
Auch wenn der initiale Aufwand für die Erstellung eines Online-Praktikums den Aufwand für eine Präsenzveranstaltung um ein Vielfaches übersteigt, amortisiert sich das Online-Praktikum auf längere Sicht, vor allem, wenn sich verschiedene Institute mit den angebotenen Versuchen abstimmen.
- **Zeitunabhängigkeit:** Lernende können auch außerhalb der Öffnungszeiten der Institution den Versuch durchführen.
Dies ist insbesondere in der berufsbegleitenden Aus- und Weiterbildung ein zentraler Vorteil. Viele Weiterbildungs- und Nachdiplomstudien, welche als Präsenzveranstaltung angeboten werden, haben Mühe, genügend Teilnehmer zu rekrutieren, da diese während ihrer Arbeitszeit nicht vom Arbeitgeber für die Teilnahme freigestellt werden.
- **Ortsunabhängigkeit:** Lernende können auch Versuchsanlagen nutzen, die für sie sonst unerreikbaar sind.
Beispielsweise können dadurch Behinderte oder Kranke, die in der Nähe medizinischer Versorgungseinrichtungen bleiben müssen, trotzdem das Praktikum durchführen.
- Das Arbeiten mit „**neuen**“ **Medien** wird geübt.
Die neuen Medien gewinnen in vielen – und insbesondere in technisch orientierten – Berufen immer mehr an Bedeutung. Beispielsweise sind moderne technische Anlagen oftmals mit einer Schnittstelle zur Fernwartung ausgestattet. Durch die Durchführung von speziell ausgerichteten Online-Praktikumsversuchen, bei denen die Steuerung und Analyse der technischen Anlage über diese Schnittstelle geschieht, das audiovisuelle Feed-back der realen Anlage aber trotzdem hinzugezogen werden kann, wird dieses Arbeiten geübt.

2.1.3 Nachteile des Online-Praktikumsversuchs

Ein Online-Praktikumsversuch hat jedoch auch einige Nachteile gegenüber der Präsenzveranstaltung:

- Der **soziale Rahmen** muss nachgebildet werden. Und trotz heutiger technischer Möglichkeiten – wie z.B. der Videokonferenz – ist das Simulieren des gewohnten sozialen Umfelds auch mit hohem Aufwand nur annäherungsweise möglich.
- Viele Praktikumsversuche können **nicht in einer Online-Version** durchgeführt werden, oder das Online-Praktikum muss durch Präsenzveranstaltungen ergänzt werden. Beispielsweise werden an der Zürcher Hochschule Winterthur die nasschemischen Arbeiten in der chemischen Ausbildung noch als Präsenzveranstaltung durchgeführt, da die Realisierung der Online-Version dieser Versuche mit heutigen Mitteln noch nicht ausreichend authentisch ist. [zhwinfo 2002 / S.12f]
Ein weiterer Aspekt ist die heutzutage noch weit verbreitete Skepsis gegenüber Online-Praktika. Beispielsweise bevorzugen Arbeitgeber diejenigen Absolventen, die ihre praktische Erfahrung hauptsächlich in realen Labors gesammelt haben gegenüber denjenigen, die sich die Praxiserfahrung durch Online-Praktika angeeignet haben.
- Der **technische Aufwand** erhöht sich durch die erforderliche Anbindung ans Internet. Neben dem höheren Hardware-Aufwand muss aufgrund der speziellen Anforderungen oftmals auch die Steuerungs-Software entwickelt bzw. angepasst werden.

2.2 Wie ist eine telemediale Lernumgebung aufgebaut?

Die Situation stellt sich nun – in Abbildung 4 schematisiert – wie folgt dar:

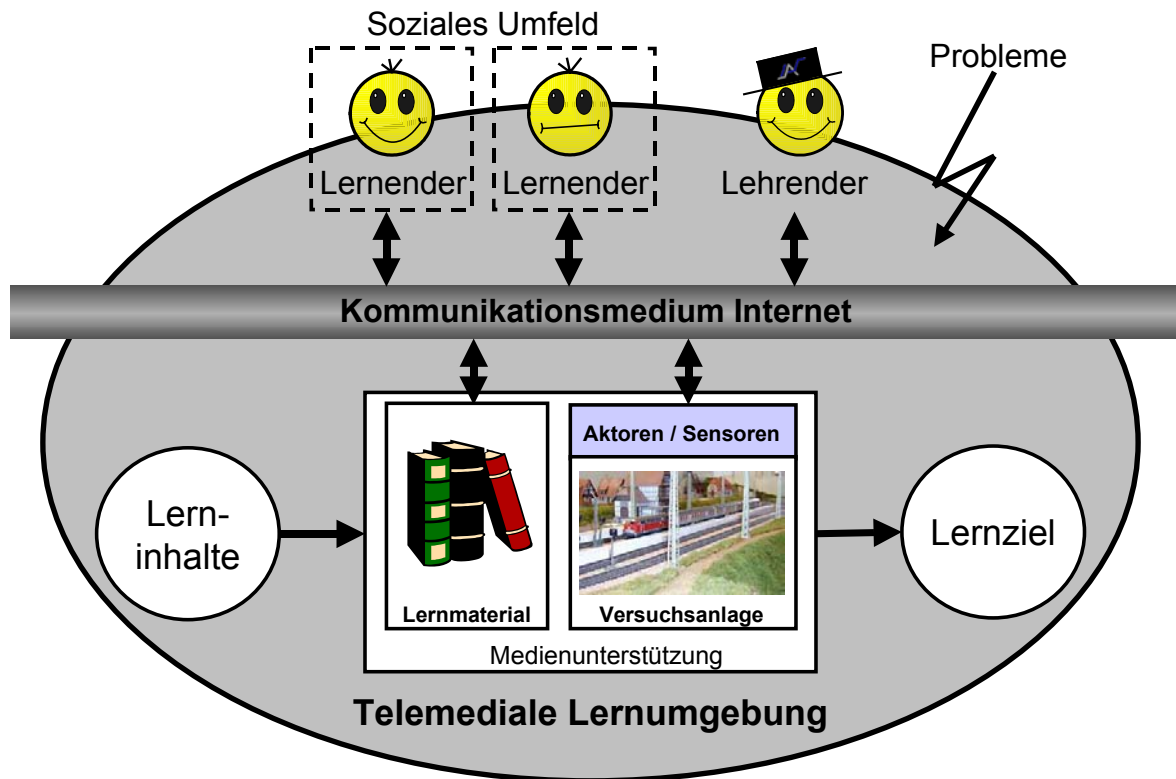


Abbildung 4: Schematischer Aufbau der Telemedialen Lernumgebung

Aus den vorgegebenen **Lerninhalten** wird von einem Kursentwickler das **Lernmaterial** erstellt. Das Lernmaterial dient dabei dazu, die Lernenden auf den Praktikumsversuch vorzubereiten und besteht z.B. aus Informationen zum Themengebiet, einem Lernprogramm mit Übungsaufgaben, der Dokumentation der Versuchsanlage und der Aufgabenbeschreibung für die Versuchsdurchführung. Die **Medienunterstützung** sorgt für die Darstellung des Lernmaterials und den Zugriff auf die Versuchsanlage.

Die **Lernenden** greifen über das **Internet** als Kommunikationsmedium auf das so vorbereitete **Lernmaterial** und auf die mit **Aktoren** und **Sensoren** ausgestattete **Versuchsanlage** zu. Mit Hilfe der Medienunterstützung sollen nun die Lerninhalte anhand des Lernmaterials und der Versuchsanlage vermittelt, und die Lernenden zum Lernziel geführt werden. Dabei werden die Lernenden von einem **Lehrenden** betreut und ggf. geleitet.

Da jeder Lernende isoliert vor seinem Rechner sitzt, ist das **soziale Umfeld** auf ihn selbst beschränkt. Um das von Präsenzveranstaltungen bekannte soziale Umfeld zu simulieren, muss der Lernende – ebenfalls über das Kommunikationsmedium – mit dem **Lehrenden** und anderen **Lernenden** Kontakt aufnehmen können.

Die **telemediale Lernumgebung** realisiert nun das Vermitteln der Lerninhalte unter Verwendung der genannten technischen Komponenten. Treten beim Lernenden während des Lernpro

zesses **Probleme** auf, so sollen in der telemedialen Lernumgebung Hilfsmittel und Wege vorgehen sein, um diese Probleme zu lösen.

2.3 Aspekte der Lernumgebung

Eine Lernumgebung kann aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Beim Entwickeln einer Lernumgebung sind vor allem drei Aspekte zu berücksichtigen und aufeinander abzustimmen (vgl. Abbildung 5):

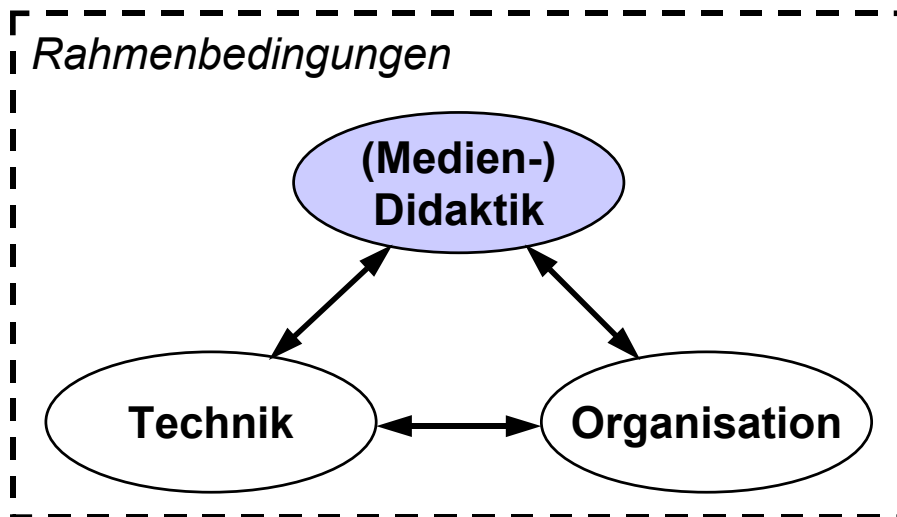


Abbildung 5: Die drei Aspekte der Lernumgebung

- Didaktischer Aspekt:** Die Didaktik ist die Wissenschaft vom Lehren und Lernen bzw. die Theorie der Bildungsinhalte, Bildungsziele und der Steuerung von Lernprozessen. Unter diesem Aspekt wird betrachtet, an welchen allgemeinen Theorien sich die Lernumgebung orientiert, welche pädagogischen Absichten verfolgt werden, welche Lernziele zu erreichen sind und welche Mittel und Methoden angewandt werden, um diese Ziele zu erreichen.
- Technischer Aspekt:** Unter diesem Aspekt wird betrachtet, wie die pädagogisch-didaktischen Ziele in der Lernumgebung umgesetzt werden. Dies beinhaltet beispielsweise den Hardware-Aufbau der Versuchsanlage und ihre Anbindung ans Internet, sonstige Hardware wie Ein- und Ausgabegeräte, die der Lernende benötigt, um auf den Versuch zugreifen und mit Lehrenden und anderen Lernenden kommunizieren zu können, sowie Protokolle, die zur Datenübertragung verwendet werden und Programme, die eingesetzt werden.
- Organisatorischer Aspekt:** Unter dem organisatorischen Aspekt wird betrachtet, wie der Zugriff auf die Lernumgebung erfolgen soll und welche personellen, zeitlichen, räumlichen und finanziellen Ressourcen eine Institution bereitstellen muss, um die Lernumgebung zu erstellen und zu betreiben. Beispielsweise fällt unter diesen Aspekt, wann welcher Tutor – sofern es einen gibt – für die Lernenden erreichbar ist, wer die Wartung der Versuchsanlage übernimmt und wie die Administration der Lernumgebung vonstatten geht.

Diese drei Aspekte beeinflussen sich gegenseitig und sind daher voneinander abhängig. Beispielsweise sind viele didaktisch sinnvolle Anforderungen an die Lernumgebung denkbar, die technisch nicht realisierbar sind, und umgekehrt gibt es viele technisch machbare „Spielereien“, die didaktisch keinen Sinn machen.

Schließlich unterliegen alle drei Aspekte noch **Rahmenbedingungen**. Beispielsweise nützen ausgeklügelte technische Geräte nichts, wenn kein Personal mit dem nötigen Wissen zur Wartung zur Verfügung steht, oder – ganz allgemein ausgedrückt – nützt das ausgeklügelte und durchdachte Konzept eines Praktikumsversuchs nichts, wenn nicht genügend finanzielle Mittel zur Verfügung stehen, um es auch zu realisieren.

2.4 Mediendidaktische Grundlagen

2.4.1 Lernparadigmen und ihre Umsetzung

Unter einem Lernparadigma wird die spezifische Sichtweise verstanden, nach welchen Gesetzmäßigkeiten Lernen funktioniert, wie es stattfindet und wie es unterstützt werden kann.

Im Folgenden werden nun zwei extreme Lernparadigmen beschrieben: der **Instruktivismus**, der für das Lernen als Beibringen von Wissen steht (Lehrerzentrierung) und der **Konstruktivismus**, der für das Lernen als selbständiges Erarbeiten von Wissen steht (Lernerorientierung). Anschließend wird die von Mayer¹ vorgeschlagene Kombination der beiden Lernparadigmen im Lernparadigma des **moderaten Konstruktivismus** beschrieben und abschließend das Lernmodell des „Learning Cycle“ vorgestellt, das entwickelt wurde, um die konstruktivistische Theorie umzusetzen.

2.4.1.1 Instruktivismus

Aus Sicht des Instruktivismus stellt das Lernen einen Wissenstransfer vom Lehrer zum Lernenden dar. Der Lehrer bereitet dafür Lehreinheiten für streng abgegrenzte Gebiete vor, die den Lernenden zum Lernziel führen sollen. Der Lehrer plant den Unterricht also systematisch, indem er – soweit überhaupt möglich – das Vorwissen des Lernenden berücksichtigt und die Lehreinheiten aufeinander aufbauend entwickelt.

Der Lernende hat eine eher passive Haltung inne, indem er das vom Lehrer präsentierte Wissen aufnimmt und verarbeitet.

Nach jeder Lehreinheit erfolgt eine Lernzielkontrolle, die von einer positiven Rückkopplung an den Lernenden abgeschlossen wird.

Die Kernfrage der Instruktivisten lautet also, wie der Lernstoff aufzubereiten, der Lernende anzuleiten, das Lernen zu steuern und der Erfolg zu kontrollieren ist.

¹ [Mayer 1999]

Als vorteilhaft wird angesehen, dass der Lernvorgang durch vorhersagbare Abläufe bestimmt ist und der Lernende beim erfolgreichen Abschließen einer Lerneinheit dem fest definierten Ziel ein Stück näher gekommen ist.

Negativ zu sehen ist jedoch, dass diese Vorgehensweise die Lernenden wenig motiviert.

2.4.1.2 Konstruktivismus

Aus Sicht des Konstruktivismus soll das Lernen eine aktive, individuelle Wissenskonstruktion in Verbindung mit bereits bestehendem Wissen sein, wobei der jeweilige Lernweg nicht vorhersehbar ist. Mit anderen Worten: jeder Mensch konstruiert sich aktiv seine eigene Welt, und das auf seine eigene Art und Weise.

Das Lernen ist also kein passives Aufnehmen und Abspeichern von Informationen und Wahrnehmungen, sondern ein **aktiver Prozess der Wissenskonstruktion**.

Da jeder Lernende andere Vorkenntnisse und Erfahrungen hat, mit denen er neues Wissen konstruieren kann, gibt es das optimale Lehrverfahren, das jeden Lernenden zum Lernerfolg führt, nicht. Ziel beim Konstruktivismus ist es daher, den Lernprozess in Gang zu setzen, indem der Lernende angeregt wird, sein Wissen eigenständig zu konstruieren.

Kooperation und Kommunikation spielen für Lernprozesse im Konstruktivismus eine zentrale Rolle. Erst im gegenseitigen Austausch von Fragen und Hypothesen, erst in der gemeinsamen Diskussion von Interpretationen und Lösungen, gewinnt neues Wissen an Struktur. Dieses soziale Aushandeln von Bedeutungen findet in vielfältigen kooperativen Prozessen zwischen Lehrenden und Lernenden, sowie zwischen Lernenden und Lernenden statt.

Auch wenn sich aus konstruktivistischer Sicht keine Regeln für die Gestaltung und die Abfolge von Lehrmaßnahmen aufstellen lassen, so existiert doch eine sehr genaue Vorstellung darüber, unter welchen Bedingungen der Wissenserwerb erfolgt. Dabei gehen die Konstruktivisten davon aus, dass der Wissenserwerb mit der jeweiligen Lernsituation verknüpft ist.

Auf das Online-Lernen übertragen ist ein Online-Kurs nach konstruktivistischen Grundsätzen aufgebaut wenn er

- den Lernenden so motiviert, dass er sich aktiv mit dem Lehrstoff auseinandersetzt,
- das Wissen in authentischen Situationen (also z.B. lebens- bzw. berufsnahe) anbietet,
- den Lehrstoff in verschiedenen Zusammenhängen und aus unterschiedlichen Perspektiven darstellt,
- die Zusammenarbeit und den Austausch der Lernenden untereinander stimuliert und die individuelle Betreuung durch einen Lehrenden ermöglicht,
- dem Lernenden keinen Lernweg vorschreibt, sondern unterschiedliche Möglichkeiten bereitstellt, sich mit dem Lehrstoff zu beschäftigen,
- dem Lernenden erlaubt, Lernzeit, Lerndauer und Lerntempo eigenständig zu bestimmen und
- sinnvoll in ein Ganzes eingebunden ist.

2.4.1.3 Instruktivismus oder Konstruktivismus

Zur Entscheidung, auf welchem Lernparadigma eine Lernumgebung aufgebaut werden soll, kann folgende Übersicht hilfreich sein:

| | <i>Instruktivismus</i> | <i>Konstruktivismus</i> |
|------------------------------|---|--|
| Zentriert auf | Lehrprozess des Lehrenden | Lernprozess des Lernenden |
| Orientierung an | Lernziel | Handlung |
| Zentrales Anliegen | Wissensvermittlung | Wissenserarbeitung |
| Lernen ist | Rezipieren und Verarbeiten der Lerninhalte | aktiver, dynamischer Prozess |
| Lernweg ist | vorgegeben, lernzielorientiert | nicht vorhersehbar, lernzieloffen |
| Unterricht | fremdbestimmt | selbstbestimmt |
| Lernziel | richtige Antworten | komplexe Situationen bewältigen |
| Rolle des Lehrenden | Dozent, Tutor | Trainer, Betreuer |
| Aufgabe des Lehrenden | mit den Lerninhalten auseinander setzen und sie in kleine, aufeinander aufbauende Lerneinheiten unterteilen | Problemsituation vorgeben, Werkzeuge und Rahmenbedingungen zur Problemlösung bereitstellen |
| Aufgabe des Lernenden | Rezipieren und Verarbeiten des Lernstoffs | Steuern des Lernprozesses und Konstruieren von Wissen |
| Lernerfolgskontrolle | nach jeder Lerneinheit | findet indirekt durch die gelösten Probleme statt |
| Softwaretypus | Drill & Practice | Mikrowelten, Hypermedia |

Tabelle 1: Eigenschaft der beiden Lernparadigmen

Während der Konstruktivismus sich am Lernenden orientiert und ihm viel Entscheidungsfreiheit lässt, stellt der Instruktivismus den Lehrenden in den Mittelpunkt, wobei der Lehrende weiß, was für den Lernenden der beste Weg zur Wissensbildung ist. Da es jedoch sehr unterschiedliche Lerntypen gibt – wobei z.B. die einen lieber experimentieren und erforschen wollen und die anderen lieber wünschen, geführt und angeleitet zu werden – liegt es nahe, sich nicht im Vorfeld für eines der beiden Lernparadigmen zu entscheiden.

Ebenso sind die unterschiedlichen Lernwege – lernzielorientiert und lernzieloffen – abhängig von den Anforderungen, die der Online-Kurs erfüllen soll. Z.B. ist es in der heutigen leistungsorientierten Gesellschaft nicht ausreichend, sich mit einem Thema eingehend beschäftigt zu haben, sondern es muss auch ein Nachweis erfolgen, dass ein bestimmtes Ziel erreicht wurde.

Die Liste der Vor- und Nachteile der beiden Lernparadigmen kann anhand obiger Übersicht noch fortgesetzt werden. Festzuhalten bleibt, dass aufgrund der Anforderungen und Zielsetzungen des Online-Kurses sowie der unterschiedlichen Lerntypen der Kursteilnehmer **keines der beiden Konzepte direkt übernommen werden kann**. Zu suchen ist also ein Mittelweg, der – soweit möglich – anpassbar ist an sich ändernde Anforderungen für eine Lernumgebung.

2.4.1.4 Moderater Konstruktivismus

Vor dem Hintergrund der Anforderungen in der wissenschaftlichen Ausbildung erscheint eine konstruktivistische Lernumgebung am geeignetsten zu sein. Denn eine solche Lernumgebung realisiert den Anwendungs- und Kontextbezug, fördert domänenspezifische Fertigkeiten und Strategien, berücksichtigt individuelle Kenntnisse und ermöglicht bedeutsame Erfahrungen. Jedoch ist auch festzustellen, dass Lernende zwar einerseits genügend Freiraum für konstruktive Aktivitäten brauchen, aber andererseits auch gezielte Anleitung und Hilfestellung benötigen [Mayer 1999 S. 21].

Werden die Vor- und Nachteile der beiden Lernparadigmen des Instruktivismus und Konstruktivismus direkt gegenübergestellt, so kann festgestellt werden, dass sie sich kompensieren oder ergänzen können:

| <i>Instruktivismus</i> | <i>Konstruktivismus</i> |
|---|---|
| - Wissen ist nicht immer disjunkt/modular zerlegbar in elementar erlernbare Teile | + Der Betreuer gibt den Lernenden bei Problemen Hinweise |
| - Lernen ist situativ und individuell, hängt also vom Vorwissen ab. Das Vorwissen kann aber nur ungenau abgeschätzt werden. | + Der Lernende konstruiert Wissen, basierend auf Vorwissen |
| - geringe Motivation | + hohe Motivation, jedoch muss diese aufrechterhalten werden |
| - ausgerichtet am Bestehen von Prüfungen | + offenes Lernziel |
| - Querbezüge gehen verloren | + selbständiges Erarbeiten von Querbezügen |
| + dem Lernenden wird der Sachverhalt mit dem benötigten Vorwissen in der richtigen Reihenfolge präsentiert | - nicht jeder Sachverhalt lässt sich individuell konstruieren; daraus folgt <ul style="list-style-type: none"> • Desorientierung und Überforderung • mangelnde Praktikabilität (individuell stark abweichender Bedarf, Bewertbarkeit) |

Tabelle 2: Gegenüberstellung der beiden Lernparadigmen

Die Vorteile (+) und Nachteile (-) sind hier aus Sicht des Online-Praktikumsversuchs eingetragen.

In der wissenschaftlichen Ausbildung, bei der auf Pluralität an Lehrmethoden sowie für eine Kombination verschiedener Vorgehensweisen plädiert wird, ist es anzustreben, beide Auffassungen miteinander zu verknüpfen, um eine Balance zwischen expliziter Konstruktion durch Lehrende und konstruktiver Aktivität der Lernenden zu erhalten. Dies führt zum Lernparadigma des moderaten Konstruktivismus (siehe Abbildung 6).

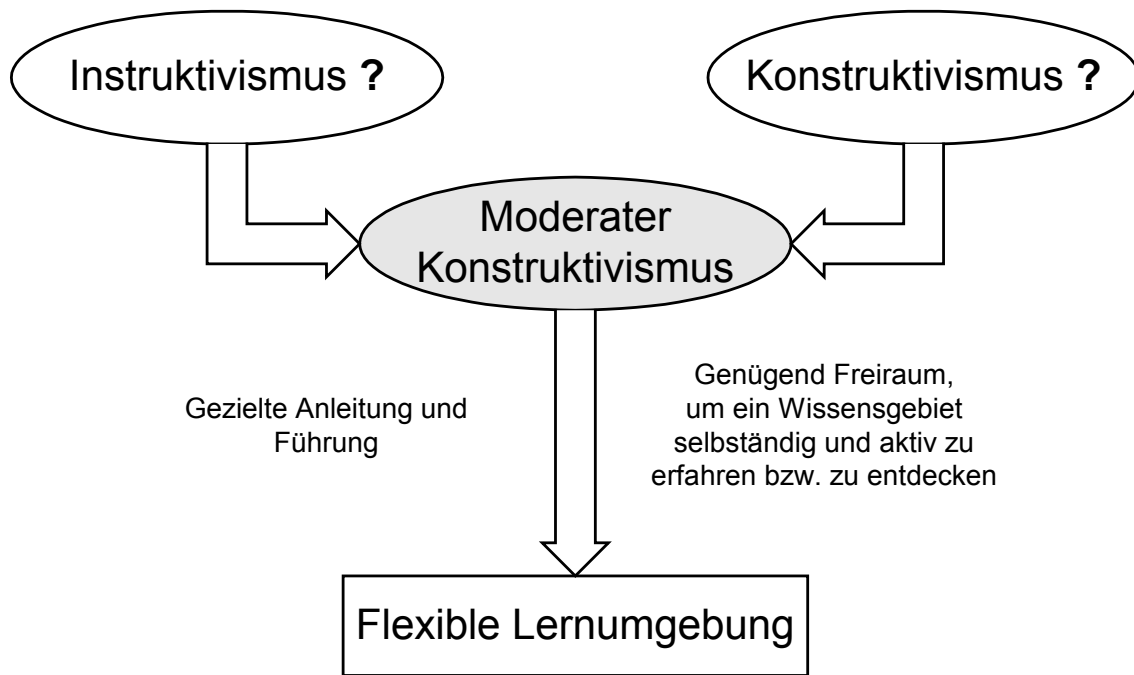


Abbildung 6: Moderater Konstruktivismus [Mayer 1999 S. 25]

Wie bereits beschrieben, liegt dem Konstruktivismus die Annahme zugrunde, dass Lernprozesse individuell und damit nicht vorhersagbar sind. Demzufolge ist es auch nicht möglich, eine Lehrstrategie oder Darstellungsweise zu finden, die „optimales“ Lernen sichert, wie es die Grundannahme des Instruktivismus ist. Denn wenn Lernen primär durch das Individuum und nicht durch die Umwelt gesteuert wird, und wenn Wissen als individuelle Konstruktion aufgefasst wird, ist Instruktion als „Vermittlung von Wissen“ streng genommen unmöglich.

Innerhalb des Konstruktivismus gibt es eine recht große Bandbreite von Vorstellungen über den Stellenwert von Instruktion und den konkreten Grad, bis zu dem Unterricht Einfluss auf den Lernprozess nehmen kann. Der moderate Konstruktivismus fügt dem konstruktivistischen Gedankengut das **Anerkennen der Anleitung und Führung** hinzu.

Eine Lernumgebung, die sich an dem moderat konstruktivistischen Lernparadigma orientiert, lässt dem Lernenden also die Wahl, sich zwischen forschendem und geführtem Vorgehen zu entscheiden. Es entsteht eine **flexible Lernumgebung**.

Bei der Erstellung eines Online-Kurses nach dem Lernparadigma des moderaten Konstruktivismus ergeben sich nun zusammengefasst folgende Punkte, die zu beachten sind²:

- Die Lernumgebung ist möglichst authentisch zu gestalten.
- Ein Sachverhalt wird in seiner ganzen Komplexität dargestellt.
- Der Lernende hat die Möglichkeit, selbständig Erfahrungen zu sammeln. Er kann seine Lernziele und den Lernweg eigenständig und problemorientiert bestimmen.
- Das Lernangebot bietet zusätzlich einen Lernweg an, der den Stoff strukturiert aufbereitet. Der Lernende kann sich auf diese Weise zum Lernziel führen lassen. (Auch bekannt unter den Bezeichnungen „Geführte Unterweisung“ oder „Guided Tour“.)
- Zur Erarbeitung des Stoffes wird handelndes Lernen vom Kursteilnehmer eingefordert.
- Komplexe Sachverhalte können zur leichteren Erarbeitung auch in abstrahierter oder vereinfachter Form präsentiert werden.
- Die Lernumgebung ermöglicht das Lernen in der Gruppe und die individuelle Betreuung durch den Lehrenden. Aber es ist nicht notwendig, jede Problemstellung in Gruppenarbeit zu behandeln.
- Bei der Erstellung eines Online-Kurses wird auf einen großen Vorrat an Unterrichtsmethoden und -techniken zurückgegriffen. Diese zeichnen sich – wie bereits erwähnt – u.a. durch einen Wechsel von selbst gesteuertem und angeleitetem Lernen sowie durch individualisierende wie auch kooperative Formen aus.

2.4.1.5 Learning Cycle

Beim Modell des Learning Cycle handelt es sich um ein Lernmodell, das für den medienbasierten Unterricht entwickelt wurde und das versucht, die konstruktivistische Theorie umzusetzen.

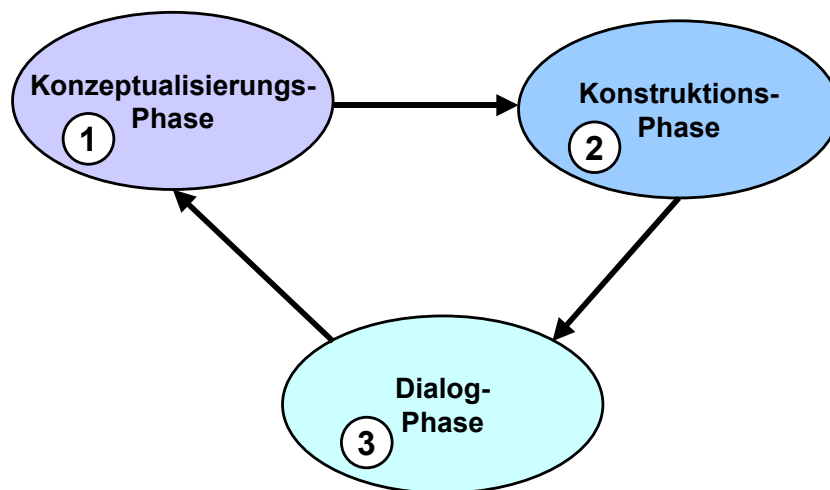


Abbildung 7: Die drei Phasen des Learning Cycle

² vergl. auch [Bruns 2002 S. 18f]

In diesem Modell wird von drei aufeinander folgenden Phasen beim Wissenserwerb ausgegangen (vgl. Abbildung 7):

- Konzeptionalisierungs-Phase
- Konstruktions-Phase
- Dialog-Phase

Diese Phasen unterscheiden sich durch die eingeforderte Aktivität der Lernenden (vgl. [Bruns 2002 S.19f]).

Konzeptualisierungs-Phase:

In dieser Phase erhält der Lernende einen Überblick über den Lehrstoff. Beziehungen zu seinem Vorwissen werden aufgebaut und so ein erster Interpretationsprozess angeregt.

Konstruktions-Phase:

Nun ist der Lernende aufgefordert, das neue Wissen anzuwenden. Mit Blick auf seine Lernziele wählt er die für ihn bedeutsamen Lerninhalte aus, setzt sie in Beziehung zu seinen Gedächtnisinhalten und nimmt eine eigenständige Klassifizierung der Lerninhalte vor. Die Auseinandersetzung mit sinnvollen Problemstellungen bewirkt die Vertiefung des Wissens.

Dialog-Phase:

Die Vertreter des Learning Cycle betonen die Wichtigkeit der sozialen Komponente im Lernprozess. Im Austausch mit anderen Kursteilnehmern werden die individuell erarbeiteten Standpunkte diskutiert und reflektiert und dadurch das Wissen gefestigt.

Für die Gestaltung der Lernumgebung hat das Modell folgende Konsequenzen:

- Dem Lernenden wird ein Überblick über das Sachgebiet angeboten, ohne dass ihm ein Lernweg vorgezeichnet wird.
- Die Inhalte sind dabei so aufzubereiten, dass sie am vermuteten Vorwissen der Lernenden anknüpfen.
- Vorteilhaft ist es, eine Simulation in diese erste Phase der Konzeptualisierung einzubinden. Der Lernende kann auf diese Weise mit den neuen Informationen experimentieren.
- Damit der Lernende sein neu erworbenes Wissen anwenden kann, sind ihm sinnvolle Problemstellungen vorzugeben, die die Wissensanwendung in Richtung Lernziel steuern.
- Der Lernende hat die Möglichkeit, sich mit anderen Lernenden und einem Betreuer auszutauschen.
- Der Betreuer kann sich in den Austausch der Lernenden einschalten und dabei moderierende Funktionen ausüben (moderierte Konferenz).

2.4.2 Didaktische Elemente

Die Lernparadigmen liefern das grobe Gerüst für die didaktische Gestaltung eines Online-Kurses. Für eine ausgereifte Konzeption sind nach der Entscheidung für ein Lernparadigma noch eine Reihe weiterer Fragen zu klären:

- Welche **Lernziele** soll der Kursteilnehmer erreichen?
- Welche **Lerninhalte** führen ihn zum Lernziel? Wie werden die Inhalte ausgewählt und aufbereitet?
- Welche **inhaltlichen Elemente** eignen sich, um die Lerninhalte zu präsentieren?
- Welche **kommunikativ-kooperativen Elemente** gibt es, und wie können sie verwendet werden, um das Lernen in der Gemeinschaft zu unterstützen?
- Mit welchen **Methoden** und Lehrmaßnahmen kann der Lernprozess unterstützt werden?

Die Antworten auf diese Fragen werden im Wesentlichen von den so genannten didaktischen Elementen beeinflusst, die im Folgenden erläutert werden.

2.4.2.1 Lernziele

Die Lernziele beschreiben den Umgang des Lernenden mit den Lerninhalten nach dem erfolgreichen Wissenserwerb, das so genannte „Zielverhalten“.

Die Formulierung von Lernzielen ist in der Literatur umstritten, da vor allem kritisiert wird, dass mit der Vorgabe von Lernzielen das selbstbestimmte Lernen eingeschränkt wird. Der Lernende betrachtet den Lernstoff nur im Hinblick auf das Lernziel und verliert dadurch andere mögliche Lernziele aus dem Auge.

In Hinblick auf Online-Kurse sind B. Bruns und P. Gajewski jedoch der Ansicht, dass die genaue Beschreibung von Lernzielen wichtig ist [Bruns 2002 S. 28].

- Sie ermöglicht dem Lernenden, die **Bedeutung** des Kursangebots für seine Weiterbildung zu **beurteilen**.
- Sie erleichtert die **Lernerfolgskontrolle**: Je genauer das erwartete Zielverhalten beschrieben ist, desto leichter lässt sich der Lernfortschritt überprüfen.
- Sie ist ein wichtiges **Planungsinstrument für den Kursentwickler**, denn unterschiedliche Lernziele erfordern unterschiedliche Lehrmethoden.
- Lernziele werden im Hinblick auf Prüfungsordnungen und Anforderungsanalysen ermittelt. Aber nicht nur: Bei der Formulierung von Lernzielen denkt der Kursentwickler auch an mögliche Fragen, die ein Lernender zu dem Themengebiet haben könnte. Je umfassender der Entwickler diese Fragen antizipiert, desto hochwertiger ist die **didaktische Qualität** seines Kurses.

Aus diesen Gründen ist es wichtig, möglichst genaue und aussagekräftige Lernziele zu formulieren.

2.4.2.2 Lerninhalte

Das Auswählen und Aufarbeiten der Lerninhalte für einen Online-Kurs ist ein iterativer Prozess (vgl. Abbildung 8). Die Erstellung der Lerninhalte ist Aufgabe des **Kursentwicklers**. Dazu

wählt er aus einer Materialsammlung die geeigneten Lerninhalte aus, strukturiert sie und bereitet sie so auf, dass sie den Lernerfolg sicherstellen. Dabei ist er auf die Zusammenarbeit mit zwei Experten angewiesen: Der **Fachexperte** garantiert die sachliche Richtigkeit der Inhalte und der **Fachdidaktiker** behält bei ihrer Aufbereitung die Lernfreundlichkeit und Lerneffektivität im Auge.

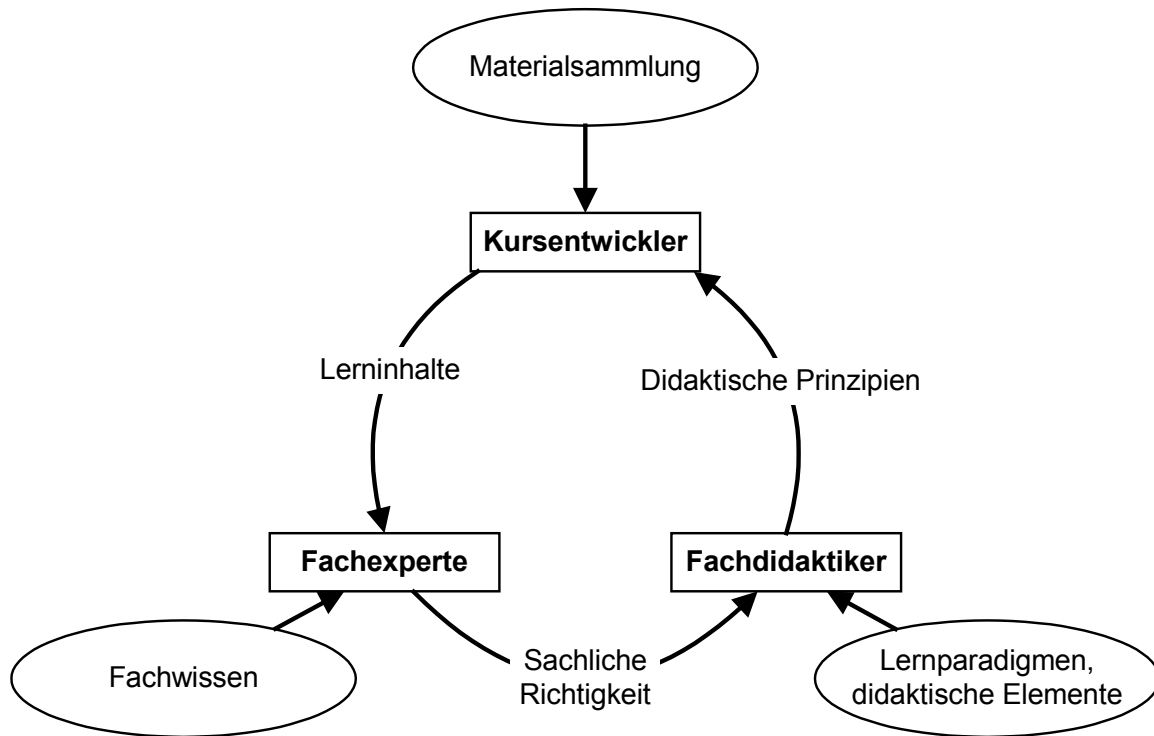


Abbildung 8: Einflüsse auf die Lerninhalte

2.4.2.3 Inhaltliche Elemente

Der Inhalt eines Online-Kurses kann in verschiedenen Repräsentationen vorliegen, wie z.B. einem Pool von Dokumenten zu bestimmten Themen, einem Lexikon, einem Videofilm oder auch einer Online-Hilfe. Dementsprechend unterscheiden sich die Zugriffsmöglichkeiten auf diese Inhalte. In einem Lexikon kann z.B. direkt auf die Stichworte zugegriffen werden, in Dokumenten kann eine Volltextsuche angewandt werden und in einem Videofilm besteht keine Suchmöglichkeit.

Dokumente-Pool:

Im Dokumente-Pool legt der Kursanbieter Lehrmaterialien, von der einfachen Übung und von kurzen Hinweisen über mehrseitige Dokumente, bis zum Leitfaden oder der Kursunterlage, ab. Diese Dokumente eignen sich zur Offline-Bearbeitung, d.h. der Lernende kann jederzeit auf diese Inhalte zugreifen, sie auf seine Festplatte laden und dort bearbeiten.

Es besteht auch die Möglichkeit, dass Lernende selbst Dokumente erzeugen und sie im Dokumente-Pool anderen Kursteilnehmern zur Verfügung stellen. Das im Dokumente-Pool verfügbare Wissen wächst dadurch ständig. Daher sollten die Dokumente in regelmäßigen Abständen (z.B. vom Tutor) durchgegangen werden, um veraltete Informationen zu entfernen und den Dokumente-Pool so auf einem übersichtlichen und aktuellen Stand zu halten.

Lexikon:

Über das Lexikon können sich Lernende gezielt über Themen und Begriffe, die sie interessieren oder die sie zur Bearbeitung der Kursmaterialien benötigen, informieren. Die Einträge des Lexikons sind untereinander verlinkt, sodass sich die Lernenden von einem Einstiegspunkt aus durch das sie interessierende Wissensgebiet „durcharbeiten“ können.

Besteht die Möglichkeit, sonstiges Kursmaterial mit dem Lexikon zu verknüpfen, so können die Lernenden bereits im Kursmaterial sehen, an welchen Stellen zusätzliche tieferegehende Informationen gefunden werden können. Dies ist vor allem bei Lexika mit wenigen Einträgen sinnvoll.

Hilfe-System

In einer Präsenzveranstaltung übernimmt es der Lehrende, offene Fragen (organisatorisch, technisch oder inhaltlich) zu klären. In einem Online-Kurs steht nicht jederzeit ein Tutor zur Verfügung. Deshalb sind Hilfe-Systeme nötig, die die wichtigsten Fragen beantworten.

Da eine gute Hilfe viel zur Benutzungsfreundlichkeit beiträgt, sollte das Hilfe-System einfach und intuitiv bedienbar sein. So können z.B. durch Klicken auf einen Hilfe-Button die wichtigsten Hilfethemen über einen Index abgerufen werden.

Nicht alle Fragen können über solch eine Online-Hilfe beantwortet werden. Daher muss die Möglichkeit vorgesehen werden, Fragen (z.B. via E-Mail oder Chat) an den Tutor richten zu können.

Fragen, die häufig auftauchen, können in einer so genannten FAQ (**f**requently **a**sksed **q**uesti-**o**ns) gesammelt werden, um den Tutor zu entlasten.

Zusätzliche Informationen oder Hilfestellungen bezieht der Lernende von den anderen Kursteilnehmern über die Kommunikationsformen wie Pinnwand, Diskussionsforen oder Chat.

2.4.2.4 Kommunikativ-kooperative Elemente

Zur Kommunikation mit dem Betreuer eignen sich:

| <i>Synchron</i> | <i>Asynchron</i> |
|-----------------|------------------|
| Chat | E-Mail |
| Telefon | Mailing-Liste |
| | Haftnotizen |

Tabelle 3: Kommunikationsmedien zur Betreuung

Zur Kommunikation mit anderen Lernenden eignen sich:

| <i>Synchron</i> | <i>Asynchron</i> |
|-----------------|------------------|
| Chat | Mailing-Liste |
| | Haftnotizen |

Tabelle 4: Kommunikationsmedien der Lernenden

2.4.2.4.1 Asynchrone Kommunikationsmedien

E-Mail

Die E-Mail entspricht in ihrer Form und Funktionsweise der Briefpost aus Papier. Sie bietet darüber hinaus aber einige Vorteile:

- Die Zustellgeschwindigkeit **ist hoch**, d.h. sie liegt im Normalfall bei wenigen Minuten.
- Es fallen nur **geringe Kosten** an, da kein Porto benötigt wird.
- Eine E-Mail kann gespeichert, ergänzt, vervielfältigt und weitergeleitet werden.
- es können beliebige Dokumente als Anhang verschickt werden

Mailing-Liste

Eine Mailing-Liste ist eine Spezialform der Kommunikation mittels E-Mail. Die Mailing-Liste dient dabei als Mail-Verteiler, d.h. E-Mails die an diese Mailing-Liste geschickt werden, werden an alle angemeldeten Abonnenten weitergeleitet.

Auf diese Weise kann mit den üblichen Möglichkeiten des E-Mail-Verkehrs, wie z.B. Zitieren und Ergänzen, eine Diskussion geführt werden.

Mailing-Listen, die nicht zur Diskussion, sondern nur zur Information dienen (wie z.B. ein Mitteilungsblatt oder die Zeitung), werden auch Newsletters genannt. Dies bedeutet, dass dieser Newsletter wie bei der Mailing-Liste abonniert wird. Es können aber nur ausgewählte Nutzer auch E-Mails an diese Mailing-Liste schicken.

Newsgroups

Wiederum eine Spezialform des E-Mail-Verkehrs bilden die Newsgroups. Eine Newsgroup entspricht dabei einer Diskussionsgruppe zu einem bestimmten Thema. Ein News-Server hält eine nach Themengebieten geordnete Liste der verfügbaren Newsgroups bereit, und er speichert alle E-Mails, die zu diesen Themen eingegangen sind.

Will ein Nutzer nun die Beiträge (also die E-Mails) aus einer Newsgroup lesen, so muss er sie – nicht wie bei der Mailing-Liste – abonnieren, sondern er durchstöbert sie mittels eines News-Readers. Der News-Reader strukturiert dabei die Beiträge ihren Abhängigkeiten nach baumartig und merkt sich bereits gelesene Beiträge. So bleibt die Übersicht gewahrt.

Zum Senden eines Diskussionsbeitrags reicht das Senden einer E-Mail an die spezielle Newsgroup des News-Servers. Ist die Newsgroup moderiert, so wird die E-Mail vor der Veröffentlichung von einer Person daraufhin überprüft, ob sie zur Diskussion beiträgt oder verworfen werden soll. Ansonsten wird sie ohne weitere Schritte veröffentlicht.

Virtuelle Haftnotizen

Haftnotizen sind kleine „Zettelchen“, die von Lernenden und Lehrenden an beliebigen Stellen im Lehrstoff angebracht werden können.

Durch das Anlegen eigener Notizen und den Zugriff auf die Notizen anderer, eröffnet sich ein breites Spektrum neuer Möglichkeiten zur Information und Diskussion über den Lernstoff. Die Lernenden können die Notizen als Kommunikationsplattform benutzen, um sich über ihre Erfahrungen mit dem Lehrstoff auszutauschen oder sich gegenseitig weiterzuhelfen. Sie können Anmerkungen zu einzelnen Lehrinhalten machen und weiterführende Hinweise geben.

Aber auch der Lehrende kann die Notizen einsetzen, um eventuelle Schwachstellen in der Darstellung seines Lehrstoffes zu verbessern. Schließlich können die angelegten Notizen auch als Feed-back betrachtet werden [Schnabel 2002].

2.4.2.4.2 Synchroner Kommunikationsmedien

Chat

Unter Chat versteht man das virtuelle Plaudern mit einer Gruppe von Gesprächspartnern.

Die bekannteste Form des Chat ist wohl der IRC (engl. Internet Relay Chat). Dabei existiert ein IRC-Server, der so genannte Channels bereitstellt. Jeder Channel stellt eine Diskussionsgruppe dar. Jeder Benutzer kann solche Channels anlegen oder bereits vorhandenen beitreten und an der Diskussion teilnehmen.

Die Kommunikation findet durch (kurze) Text-Botschaften statt, die über die Tastatur eingegeben werden. Jeder Teilnehmer der Diskussionsgruppe sieht alle Botschaften der anderen Teilnehmer, und wer die Botschaften gesendet hat. Diese Art der Diskussion eignet sich daher nur für überschaubare kleine Gruppen.

Video- / Audiokonferenz

Mit Hilfe von Videokonferenzsystemen kann ein Vortrag zeitgleich an verschiedene Standorte übertragen werden. Die Teilnehmer verfolgen den Vortrag über einen Monitor und haben die Möglichkeit, mit dem Vortragenden zu sprechen, der sie über entsprechende Monitore gleichfalls sieht.

Hat jeder Teilnehmer sein eigenes Videokonferenzsystem, so kann auf diese Art auch eine Diskussion stattfinden.

Eine Audiokonferenz wird entsprechend ohne Videoübertragung durchgeführt.

Interaktives Whiteboard

Das interaktive Whiteboard ist ein virtuelles Zeichenbrett, mit dem Kursteilnehmer Skizzen erstellen können. Dazu stellt es einfache Zeichen- und Textwerkzeuge zur Verfügung. Jeder Teilnehmer kann die Skizzen editieren.

Da standardisierte Datenformate verwendet werden, können z.B. PowerPoint-Präsentationen anderen Kursteilnehmern vorgeführt werden.

Der Vorteil des interaktiven Whiteboards ist die annähernd mögliche Echtzeitübertragung standardisierter Elemente.

Application Sharing

Beim Application Sharing arbeiten entfernt sitzende Benutzer via Datenübertragung mit demselben Programm. Dieses Konferenzsystem eignet sich insbesondere zur Demonstration bestimmter Funktionsweisen in Schulungen, oder zur gezielten Hilfe bei Anwendungsfehlern (Support), da der Lernende auf seinem Bildschirm zuschauen kann, wie der Lehrende das Problem löst.

Telefon

Ist die Telefonleitung des Lernenden nicht durch den Internet-Zugang blockiert, so kann die Kommunikation auch über das Telefon stattfinden. Dies ist insbesondere für Lernende interessant, die mit der Web-Technologie Schwierigkeiten haben.

2.4.2.5 Handlungsorientierte Methoden

Methoden sind Verfahren, also Vorgehensweisen, um von einer Ausgangssituation aus ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Im Folgenden werden Methoden untersucht, die das konstruktivistische Lernparadigma besonders unterstützen: Die handlungsorientierten Methoden.

Handlungsorientierte Methoden zielen auf Handeln, wie es in vielen Lebens- und Arbeitssituationen erforderlich ist [Bonz 2002 S. 104ff].

Eine **vollständige Handlung** umfasst vor der ausführenden Tätigkeit auch Überlegungen zur Zielsetzung und zur Planung sowie abschließend zur Beurteilung des Handlungsprodukts. Dabei wird die Ausführung **kontrolliert** und sowohl hinsichtlich der Vorgehensweise als auch bezüglich des Ergebnisses **bewertet**.

Im Gegensatz zu einem Lehren, das durch eine präzise Zielvorgabe gekennzeichnet ist, die den Endpunkt des Lernens markiert und zu dem hin die Lehrenden einen optimalen Lernweg mit geplant haben, steht hinter handlungsorientierten Methoden die Leitidee, den Lernenden zu eigenem Urteil und zu kompetentem und verantwortlichem Handeln zu befähigen.

Handlungsorientierung geht über die praktische Ausführung von Verrichtungen hinaus, weil hierbei komplexe Lebens- und Arbeitssituationen im Blickfeld stehen. Deshalb genügt es nicht, entsprechend Anweisungen tätig zu werden und vorhandene Fertigkeiten einzusetzen. Vielmehr muss eine Handlung aufgrund von Überlegungen erfolgen, die Orientierungsfähigkeit, Urteilsfähigkeit und kommunikative Kompetenz voraussetzen.

Unter diesen Gesichtspunkten bieten sich handlungsorientierte Methoden für Praktikumsversuche an, da der Praktikant nur die Vorgabe hat, den Versuch durchzuführen, es ihm aber weitgehend freigestellt ist, ob er dabei einem vorgegebenen Weg folgen will oder nicht.

In den folgenden Abschnitten werden nun konkrete handlungsorientierte Methoden vorgestellt.

Projekte

Die Projektmethode hat komplexe Aufgaben der Lebens- und Arbeitswelt zum Vorbild, die die Lernenden selbständig bearbeiten sollen. Die vier Phasen der Projektarbeit „Zielset

zung“, „Planung“, „Ausführung“ und „Beurteilung“ bilden zusammen eine vollständige Handlung und verbinden theoretische Überlegung mit praktischer Realisierung.

Simulation

Bei der Simulation wird die Wirklichkeit in einem Modell abgebildet, das die – aus Sicht der Aufgabenstellung – wesentlichen Merkmale enthält. In dieser fiktiven Wirklichkeit handeln die Lernenden. Sobald das Handeln in dieser simulierten Umgebung erfolgreich abgeschlossen ist, sollte es möglich sein, die Ergebnisse zurück auf die Wirklichkeit übertragen zu können.

Planspiele

Planspiele zielen auf die Simulation von Entscheidungsprozessen und darauf beruhender Planung. Ein Spielmodell bildet dabei realitätsbezogene Situationen als Grundlage des Handelns ab und legt den Rahmen des Spiels fest.

Rollenspiele

Rollenspiele sind dadurch gekennzeichnet, dass Lernende soziale Realität im Spiel darstellen und als Akteure festgelegte Rollen übernehmen, mit deren Interessen, Einstellungen und Werthaltungen sie sich zu identifizieren suchen.

Fallstudien

Die Fallstudie ist eine Methode, die von praktischen Fällen ausgeht. Zu den realitätsnahen Problemen werden Lösungsmöglichkeiten gesucht, diskutiert und ausgewählt. Auf diese Weise werden Lernende mit Situationen aus dem Bereich von Arbeit und Beruf konfrontiert und dadurch auf praktisches Handeln vorbereitet. Die zugrunde liegende Realsituation muss komplex sein und Probleme enthalten, die nicht durch die Anwendung eines Modells oder einfacher Algorithmen gelöst werden können.

Leittextmethode

Die Leittextmethode benützt zur Strukturierung von Lernprozessen schriftliche Anleitungen und ersetzt somit die direkte Aktionsform durch die indirekte. Mit Hilfe dieser Texte werden die Lernprozesse angeregt und in den einzelnen Lernphasen gefördert. Dabei unterscheidet man sechs Phasen: Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren, Auswerten.

2.5 Grundlagen des Online-Lernens

2.5.1 Lernszenarien

Lernszenarien beschreiben eine bestimmte Ausprägung der Umgebung, in der das Lernen stattfindet.

In den folgenden Abschnitten werden drei in der Praxis des Online-Lernens häufig anzutreffende Lernszenarien vorgestellt, die sich hinsichtlich der Rollenverteilung zwischen Lernenden und Lehrenden – und damit der Aktivität des Lernenden – unterscheiden.

2.5.1.1 Teleteaching

Das Teleteaching entspricht am stärksten der klassischen Rollenverteilung zwischen dem Lehrenden und den Lernenden. Das Lernszenario ist dem Vorlesungsbetrieb an Hochschulen nachempfunden und war Vorbild für die ersten Online-Kurse, die im Internet angeboten wurden. Die Rolle des Lernenden ist weitgehend rezeptiv und auf den Lehrenden ausgerichtet. Eine Kommunikation der Teilnehmer untereinander ist zunächst nicht vorgesehen. Es besteht aber die Möglichkeit, mit dem Dozenten in Verbindung zu treten.

2.5.1.2 Teletutoring

Beim Teletutoring übernimmt der Lehrende die Rolle des Moderators, der ganze Gruppen von Lernenden im Lernprozess unterstützt. Er greift auch auf eigene Initiative in den Lernprozess ein und hilft dabei, Blockaden zu überwinden. Der Lernende befasst sich mit den multimedial aufbereiteten Inhalten und kann über webbasierte Kommunikationstools (E-Mail, Chat, ...) mit dem Lehrenden in Kontakt treten. Auch das Lernen in Gruppen wird realisiert.

2.5.1.3 Selbst organisiertes Lernen

Im Fall des selbst organisierten Lernens unterstützt ein Experte oder ein Expertenteam die Lernenden. Der Experte kann dem Lernenden nicht nur als Person, sondern auch in Form einer Bibliothek, Datenbank oder Mediathek oder einer Suchmaschine begegnen. Der Experte reagiert auf konkrete Anfragen und hilft bei der Problemlösung. Diese Situation ist in den informellen Strukturen der Newsgroups und Diskussionsforen des Internets sowie in den Mailbox-Organisationen der Support-Netzwerke bereits vorgebildet.

Ein entsprechendes Lernangebot richtet sich an einzelne Personen, die Lerninhalte und Lernziele selbst auswählen und Lernzeitpunkt, Lerndauer und Lernweg eigenständig bestimmen möchten. Das bedeutet, dass die Inhalte modular aufbereitet jederzeit abrufbar sein müssen.

2.5.2 Vermeidbare Schwierigkeiten beim Online-Lernen

Der Lernende eines Online-Kurses muss viele Fragen beantworten – und längst nicht alle beziehen sich auf die Lerninhalte. Probleme beim Online-Lernen tauchen vor allem in der Lernorganisation, im Lernprozess als solchem und in der Aufrechterhaltung der Motivation auf [Bruns 2002 S.37f]. Die folgende Übersicht stellt exemplarisch mögliche Lösungen für häufig auftretende Probleme vor.

2.5.2.1 Probleme bei der Planung und Organisation des Lernprozesses

- Anhand einer genauen Beschreibung der Lernziele kann der Lernwillige die Relevanz des jeweiligen Kurses für seinen Bildungsbedarf einschätzen. Dabei hilft ihm auch eine Übersicht über die Lerninhalte und eine kurze Zusammenfassung derselben. Stellt er z.B. fest, dass ihm die Lerninhalte bereits geläufig sind, kann er sich anderen Themen zuwenden, ohne mit dem (dann langweiligen und daher demotivierenden) Kurs zu beginnen.
- Vorteilhaft ist die Angabe der voraussichtlichen Bearbeitungsdauer. Der Lernende kann dadurch seinen Lernprozess gut planen und mit seinen anderen Terminen abstimmen.

2.5.2.2 Probleme während des Lernprozesses

Die Lernumgebung kann den Lernenden wie folgt unterstützen, um häufigen Problemen während des Lernprozesses entgegenzuwirken:

- Die Eingaben des Lernenden, insbesondere die Antworten auf Fragestellungen, werden vom System kommentiert und unterstützen so den Wissenserwerb.
- Zusammenfassungen am Ende einer Lerneinheit helfen dem Lernenden beim Aufbau einer Makrostruktur (Abrufhilfe). Er kann sich dadurch besser erinnern welche Teilgebiete er bereits abgearbeitet hat, was wiederum der Orientierung im Online-Kurs dient.
- Vielfältige Aufgaben und Aufgabentypen fördern die Verarbeitung der neuen Inhalte.
- Eine Guided Tour führt den Lernenden durch die lernzielrelevanten Inhalte.

2.5.2.3 Motivationsprobleme

Erfahrungsgemäß ist die Abbruchrate bei Online-Kursen im Vergleich zu Präsenzveranstaltungen hoch. In einer zwischen 1999 und 2000 durchgeführten Studie an einer amerikanischen Universität wurde beispielsweise festgestellt, dass die Abbruchrate bei den Online-Kursen zwischen 35 und 50 % betrug, während in den parallel dazu angebotenen Präsenzveranstaltungen nur 14 % ihre Fortbildung abbrachen [Lynch 2001]. Die Gründe dafür sind sehr vielschichtig und erfordern bei der Konzeption einer Lernumgebung ein besonderes Augenmerk.

Folgende Punkte sollten berücksichtigt werden, um Motivationsproblemen entgegenzuwirken.

- Wie in jeder anderen Lernsituation auch, sind bei Online-Kursen **Disziplin und Konzentration** unabdingbare Voraussetzungen für den Lernerfolg. Der Lernende sollte darauf hingewiesen werden.
- **Technische Probleme** und **Orientierungsschwierigkeiten** innerhalb der Lernumgebung wirken sich lähmend auf den Lernprozess aus. Der intuitive Umgang mit dem Online-Kurs – auch für computerunerfahrene Lernende – ist deshalb sehr wichtig.
- Idealerweise stehen die **Inhalte in Beziehung zur Erlebnis- und Erfahrungswelt** der Kursteilnehmer und sind abwechslungsreich aufbereitet. Der persönliche Bezug und der direkt erkennbare Nutzen durch die Bearbeitung der Inhalte begünstigt den Wissenserwerb und sollte für den Lernenden klar ersichtlich sein. Dies kann beispielsweise explizit durch Angaben von Zielsetzung und Nutzen zu jeder Lerneinheit geschehen.
- Die Möglichkeit, mit einem **Tutor** einen kompetenten Ansprechpartner zur Verfügung zu haben, wirkt ebenso motivierend wie der Austausch mit den anderen **Kursteilnehmern**. Die Lernenden bauen Beziehungen auf und werden stärker an den Kurs gebunden.
- **Aktuelle Hinweise und Tipps zum Thema** sorgen für eine Beschäftigung mit den Inhalten über die Lernzeit hinaus. Es kann sich dabei um Veranstaltungstipps, Buchempfehlungen, Hinweise auf Vorträge, Fernsehberichte oder Radiobeiträge handeln.
- Durch **Erhöhen der Interaktivität** wird der Lernende ermuntert, sich aktiv mit den Lerninhalten auseinander zu setzen.
- Eine **Fortschrittsanzeige**, die Auskunft über abgearbeitete und noch zu erledigende Lerninhalte gibt erleichtert dem Lernenden die Fortschrittskontrolle.
- Wenn dem Lernenden die Möglichkeit gegeben wird, seine **Lernumgebung persönlich einzurichten**, steigert dies das Gefühl der Verantwortlichkeit für den Lernprozess und steigert damit auch die Motivation.

Nicht alle Probleme können die Entwickler einer Lernumgebung voraussehen und bei der Gestaltung berücksichtigen. Daher ist es wichtig, dass den Lernenden für diese Probleme ein Tutor zur Seite steht, mit dessen Hilfe sie Lösungen zu den Problemen suchen können.

3 Konzeption für die Durchführung von Online-Praktikumsversuchen

3.1 Überblick

Auf Basis der im vorhergehenden Kapitel behandelten Grundlagen wurde eine Konzeption zur Durchführung von Online-Praktikumsversuchen erstellt. Diese Konzeption gliedert sich – wie auch die Lernumgebung (vgl. Abbildung 5 / S. 17) – in die drei Teile **technisches Konzept**, **organisatorisches Konzept** und **mediendidaktisches Konzept** (vgl. Abbildung 9).

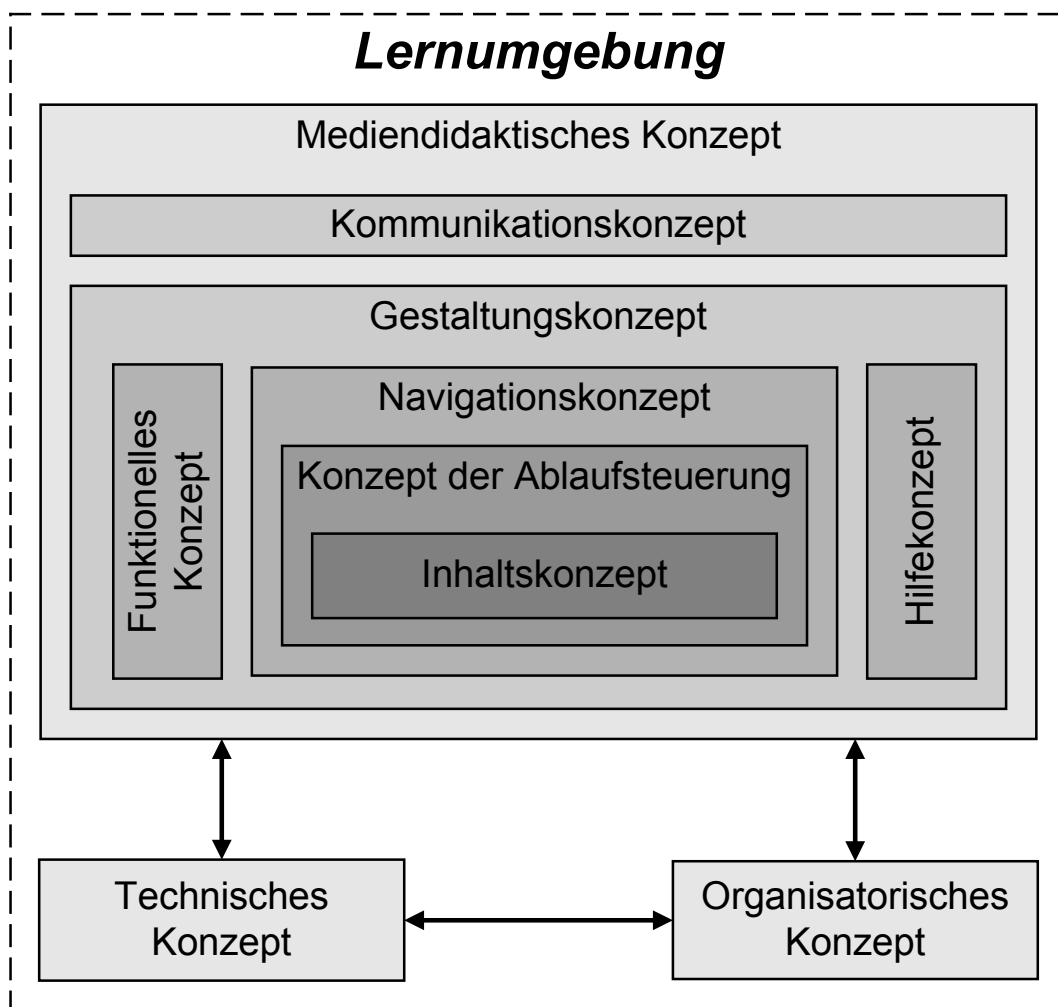


Abbildung 9: Das Zusammenspiel der Einzelkonzepte in der Lernumgebung

Im **technischen Konzept** wird darauf eingegangen, welche technischen Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um ein Online-Praktikum durchführen zu können. Das **organisatorische Konzept** befasst sich mit dem Bereitstellen und Erhalten von Ressourcen für die Lernumgebung.

Das umfangreichste Konzept ist schließlich das **mediendidaktische Konzept** mit seinen Teilkonzepten. Es beschreibt die lerntheoretische Basis, nach der die Lernumgebung ausgerichtet ist.

Das mediendidaktische Konzept umfasst eine Vielzahl von Konzepten, die Aspekte seiner konkreten Umsetzung beschreiben. Der Kern ist dabei das **Inhaltskonzept**. Da die Lernumgebung nur das Werkzeug ist, um die Lerninhalte zu vermitteln, wird hier beschrieben, welche Formen es gibt, diese Inhalte darzustellen und wie diese Formen eingesetzt werden können.

Wie der Lernende dabei unterstützt wird, den Weg durch die Lernumgebung – und damit auch durch die Lerninhalte – zu finden, wird im **Konzept der Ablaufsteuerung** beschrieben. Insbesondere wird dabei darauf eingegangen, wo der Lernende geführt wird und an welchen Stellen ihm Wahlmöglichkeiten geboten werden.

Die technische Realisierung der Ablaufsteuerung und der sonstigen Bedienung der Lernumgebung wird im **Navigationskonzept** abgehandelt.

Das **Funktionelle Konzept** beschreibt die Funktionen der Systemkomponenten und – soweit zum Verständnis nötig – den Aufbau der Datenstrukturen, aus denen die Lernumgebung besteht.

Während der Lernende sich in der Lernumgebung aufhält, ist er i.Allg. auf sich selbst gestellt. Treten Probleme auf, so hat er keinen „Nebensitzer“, den er fragen kann. Das **Hilfekonzept** beschreibt die Möglichkeiten und Mittel, die der Lernende in solchen Problemsituationen zur Verfügung hat, bzw. wie diese bereitgestellt werden müssen.

Einen Rahmen um die bisherigen Teilkonzepte des mediendidaktischen Konzepts bildet das **Gestaltungskonzept**. Es beschreibt, worauf bei der Gestaltung der Lernumgebung zu achten ist und wie eine konkrete Umsetzung aussehen könnte³. Außerdem werden Richtlinien vorgegeben, damit alle Teilbereiche der Lernumgebung ein einheitliches Bild ergeben.

Ein großes Problem telemedialer Lernumgebungen ist, dass dem Lernenden der gewohnte soziale Rahmen fehlt. Welche Möglichkeiten es gibt, mit dem Tutor und anderen Lernenden zu kommunizieren, um den sozialen Rahmen teilweise nachbilden zu können, wird im **Kommunikationskonzept** erläutert.

3.2 Technisches Konzept

Im Rahmen der Konzeption lassen sich nur sehr allgemeine Aussagen über die technische Umsetzung der Lernumgebung machen, da die bestehende Infrastruktur und Hardware die Umsetzung maßgeblich beeinflusst. Eine konkrete Systemarchitektur zur Realisierung des Praktikumsversuchs ist beispielsweise bei [Mubarek 2002] nachzulesen, die auch die Grundlage für den folgenden Abschnitt bildet.

³ Beispielsweise sollten die Bedienungselemente durchgehend an denselben Stellen zu finden sein, was durch eine systematische Bildschirmaufteilung erreicht werden kann.

Anschließend werden die Voraussetzungen betrachtet, die eine Versuchsanlage erfüllen muss, um einen Online-Praktikumsversuch zu erstellen.

Abgeschlossen wird das technische Konzept durch einen Blick auf die unterschiedlichen Typen von Versuchsanlagen und eine Betrachtung, wie dies die Realisierung der Zugriffskontrolle beeinflusst.

3.2.1 Systemarchitektur

3.2.1.1 Hardwarearchitektur

Die Lernumgebung ist eine verteilte Anwendung, die aus einem oder mehreren Servern besteht, die über das Internet mit den Clients kommunizieren. Die Server stellen die eigentliche Lernumgebung zur Verfügung, indem sie die Lerneinheiten als HTML-Seiten ausliefern, Benutzerdaten verwalten, besondere Dienste wie z.B. Chat, Messaging-System und Dokumente-Pool bereitstellen und die Anbindung der Versuchsanlage ans Internet sowie deren Ansteuerung übernehmen. Die Clients sind die Rechner, an denen die Lernenden arbeiten bzw. an denen der Tutor und der Techniker Lernende betreuen. Sie greifen über das Internet auf die Dienste der Server zu.

Die grundlegende Hardwarearchitektur einer web-basierten Lernumgebung mit Praktikumsversuchen stellt sich wie in Abbildung 10 gezeigt dar.

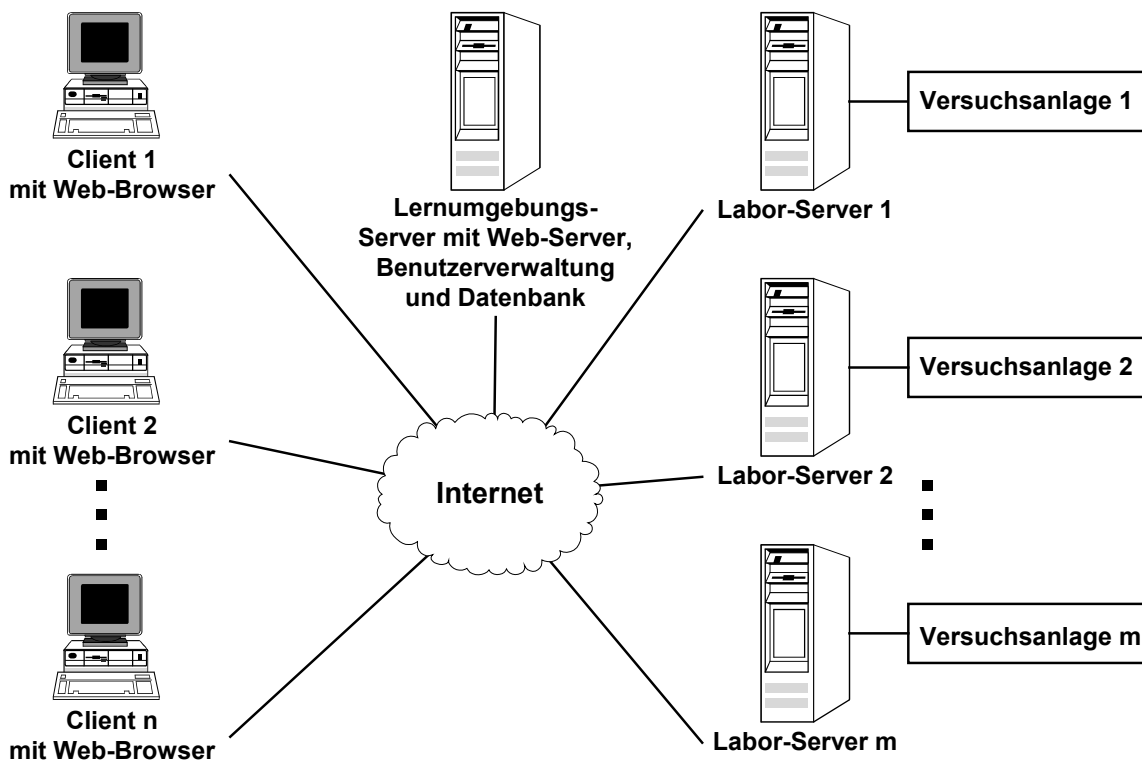


Abbildung 10: Hardwarearchitektur für die Durchführung von Online-Praktikumsversuchen

Ein **Client** greift über das **Internet** auf den **Lernumgebungs-Server** zu. Dieser übernimmt die Authentifizierung, die Benutzerführung, die Aufbereitung der Inhalte und die Datenhaltung. Soll ein Praktikumsversuch durchgeführt werden, so meldet der Lernumgebungs-Server den Client beim entsprechenden **Labor-Server** an, holt sich bestimmte Daten wie z.B. die Beschreibung der Versuchsanlage vom Labor-Server und übermittelt sie aufbereitet an den Client. Bei der Ausführung des Praktikumsversuchs kommuniziert der Labor-Server direkt mit dem Client.

3.2.1.2 Softwarearchitektur

Bei der Softwarearchitektur sind die Server und die Clients getrennt zu betrachten.

Die **Server-Komponente** kann in folgende logische Server aufgeteilt werden:

Lernumgebungs-Server:

- Authentifizierung, sowie Anmeldung beim Labor-Server
- Integration der Daten des Labor-Servers in das Look & Feel der Lernumgebung. Dazu gehört das Holen und Aufbereiten der Daten (Versuchsbeschreibung, Hilfe-Seiten, Ansprechpartner bei Problemen, ...) vom Labor-Server.
- Ablaufsteuerung
- Ggf. Delegieren von Aufgaben an andere Server

Web-Server:

- Aufbereiten der Inhalte (einheitliches Look & Feel)
- Auslieferung der Web-Seiten

Labor-Server:

- Authentifizierung
- Prüfung von Lösungen auf Korrektheit und Ausführbarkeit sowie Ausführung der Lösungen auf der Versuchsanlage

Video- / Audio-Server:

- Aufbereitung der Video- und Audio-Streams der Kameras und Mikrofone, die den Praktikumsversuch übertragen.

Chat-Server:

- Bereitstellen der Kommunikationsmöglichkeiten (Chat, Messaging-Service, schwarzes Brett, ...)

Die **Client-Komponente** hat für die Darstellung der Inhalte zu sorgen, die von den Servern in Form von HTML-Seiten geliefert werden. Dies geschieht im Browser, der auf dem Client installiert ist. Weiterhin können Animationen oder kleine Simulationen auf dem Client ausgeführt werden, um auf den Servern Rechenzeit zu sparen.

3.2.2 Anforderungen an einen Online-Praktikumsversuch

Um einen Praktikumsversuch über ein Medium wie das Internet fernsteuern zu können, muss der Versuch bestimmte Kriterien erfüllen, um ihn realisieren zu können [Hoyer 2001 S.345]. Weitere Kriterien sind nicht unbedingt zwingend, sollten aber nach Möglichkeit trotzdem erfüllt werden, um die Akzeptanz des Online-Praktikumsversuchs zu erhöhen.

3.2.2.1 Muss-Kriterien

Teleaktion

Der Online-Praktikumsversuch muss mit allen wesentlichen Handlungen durchgeführt werden können.

Es müssen **Aktoren** vorgesehen werden, die die Befehle des Praktikanten ausführen. Beispielsweise könnte dies ein Roboter-Arm sein, mit dessen Hilfe der Versuchsaufbau in einen bestimmte Zustand versetzt werden kann.

Sensoren müssen angebracht werden, um die Versuchsergebnisse aufzeichnen zu können. Diese Ergebnisse können entweder direkt an den Benutzer übertragen werden (z.B. ein Videofilm) oder aufgezeichnet werden, um später übertragen werden zu können (z.B. Messergebnisse eines Regelvorgangs).

Die **Bedienung** sollte **einfach und intuitiv** sein. Um den Praktikanten nicht mit einer umständlichen oder unübersichtlichen Bedienung des Praktikumsversuchs zu verwirren oder zu demotivieren, sollte sich die Benutzungsoberfläche zum einen an gängige Standards halten und sich zum anderen an der Bedienung der realen Versuchsanlage orientieren. Dadurch sollen lange Einarbeitungszeiten vermieden werden und der Eindruck erweckt werden, direkt mit dem technischen Versuch zu arbeiten.

Die **Antwortzeiten** auf die Aktionen des Benutzers sollten **kurz** sein. Dadurch wird die Fehlbedienung reduziert, da nicht – aufgrund fehlender Rückmeldungen – Aktionen fälschlicherweise mehrfach ausgeführt werden.

Telepräsenz

Durch die Übertragung der sensorischen Informationen soll das Gefühl vermittelt werden, im entfernten Labor präsent zu sein.

Dazu ist es nötig, möglichst viele Eindrücke aus dem Labor zu übertragen. Mit den heute üblichen Multimedia-PCs beschränken sich die darstellbaren Informationen jedoch auf Bild und Ton. Dies dürfte für die meisten technischen Versuche ausreichen, um den Eindruck eines realen Experiments zu erzeugen.

Denkbar wären jedoch z.B. noch weitere Eingabekanäle, wie z.B. das haptische (= tastende) Erfassen und Fühlen zu nutzen. Dies ist allerdings nur mit zusätzlichem Hardwareaufwand beim Bediener möglich.

Aufzeichnung und Übertragung von Messdaten

Zur Analyse der Ergebnisse des Praktikumsversuchs müssen alle wichtigen Daten während der Versuchsdurchführung aufgezeichnet werden. Bereits während des Versuchs, oder anschließend, müssen diese Daten zum Praktikanten übertragen werden.

Ist die zur Verfügung stehende Bandbreite hoch genug, so können Daten – wie z.B. ein Videofilm des laufenden Versuchs – direkt übertragen werden. Ansonsten müssen die Daten entweder reduziert werden oder gesammelt nach Beendigung des Versuchs übertragen werden.

Beim Format der übertragenen Daten sind offene und standardisierte Formate, wie z.B. XML, vorzuziehen, da diese Daten dann in einer Offline-Analyse mit leistungsfähigen Programmen von verschiedenen Fremdanbietern bearbeitet werden können.

Skalierbarkeit der übertragenen Datenrate

Um eine – der Art der Daten entsprechende – möglichst optimale Qualität der übertragenen Daten zu erreichen, muss die bestehende Bandbreite der Übertragungsstrecke möglichst effektiv genutzt werden. Beispielsweise muss bei einer Videoübertragung ein Kompromiss zwischen dem Detailreichtum der einzelnen Bilder (Qualität) und der Anzahl der Bilder pro Sekunde (Quantität) gefunden werden. Das Optimum kann dabei bei verschiedenen Versuchs- und Verbindungsarten stark variieren.

Video und Audiodaten sollten unter Berücksichtigung der physiologischen Eigenschaften der menschlichen Sinne komprimiert werden, um auch bei einer begrenzten Bandbreite eine annehmbare Qualität zu erhalten.

Vorteilhaft ist auch eine konfigurierbare Umgebung, bei der der Nutzer die gewünschten Medien und deren Qualität aufgrund seiner Anforderungen frei wählen kann.

Sicherheit des Versuchsaufbaus

Um die Sicherheit der Versuchsanlage nicht zu gefährden, sind unzulässige Aktionen, die zu gefährlichen Anlagenzuständen führen können, abzufangen. Die Versuchsanlage muss sich nach einem Experiment immer wieder automatisch in einen reproduzierbaren Anfangszustand überführen lassen.

Zugriffsverwaltung

Nur autorisierte Nutzer sollen Zugang zum Praktikumsversuch erhalten. Weiterhin ist es notwendig, den exklusiven Zugriff eines Nutzers zu sichern, um einen ungestörten Experimentablauf zu gewährleisten.

Denkbare Lösungen sind z.B. ein Terminkalender, bei dem sich die Praktikanten einen Termin reservieren können, oder (bei kurzen Versuchen) eine Warteschlange, in der die Praktikanten in der Reihenfolge, in der sie die Zugriffsrechte angefordert haben, an die Reihe kommen.

3.2.2.2 Wunsch-Kriterien

Plattformunabhängigkeit der Client-Software

Da die Praktikanten z.T. unterschiedliche Soft- und Hardwareplattformen benutzen, sollte der Praktikumsversuch nach Möglichkeit auf all diesen Plattformen durchgeführt werden können.

Um den Entwicklungsaufwand dafür in Grenzen halten zu können, bieten sich plattformübergreifende Programmiersprachen wie z.B. JAVA an.

Keine Kosten durch zusätzliche Hardware oder Software

Die Laborexperimente sollen mit der üblichen Computerausstattung bei den Praktikanten durchführbar sein. Nach Möglichkeit soll die Installation von zusätzlichen Softwarekomponenten vermieden werden. Wenn zusätzliche Software notwendig ist, sollte die Installation einfach und ohne spezielle Betriebssystemkenntnisse durchführbar sein.

Einfache Erweiterbarkeit des Systems

Um Anpassungen am vorhandenen System einfach durchführen, oder um weitere Experimente hinzufügen zu können, sollte die Software modular konzipiert werden und sich an gängige Standards und Normen halten.

3.2.3 Typen von Praktikumsversuchen

Praktikumsversuche können nach Art der Nutzung der Versuchsanlage eingeteilt werden.

Bei Praktikumsversuchen vom **Typ I** wird die Versuchsanlage nur zum **Überprüfen** von Ergebnissen benötigt. Ein Beispiel dafür ist ein Praktikumsversuch zur Steuerung einer Eisenbahnanlage mittels Semaphoren (siehe Abbildung 11).

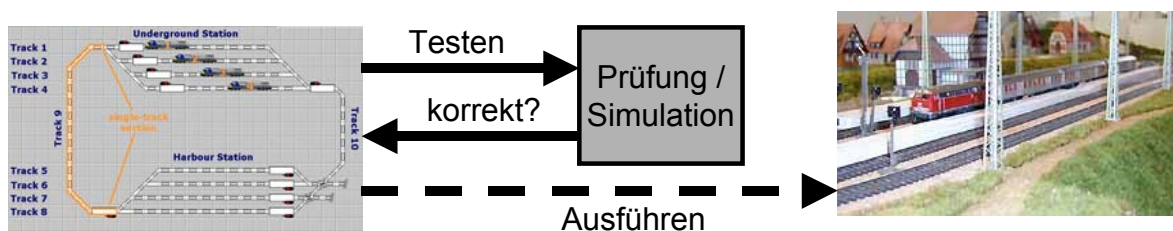


Abbildung 11: Die Eisenbahnsteuerung ist ein Praktikumsversuch vom Typ I

Der Lernende erstellt zuerst seinen Lösungsvorschlag, indem er die Semaphoren initialisiert und die Semaphore-Operationen auf die zur Verfügung stehenden Streckenabschnitte anwendet. Anschließend schickt er diesen Lösungsvorschlag an den Simulator, der überprüft, ob dieser Lösungsvorschlag korrekt ist, oder ob er zumindest gefahrlos auf der Versuchsanlage ausgeführt werden kann. Ist der Lösungsvorschlag korrekt, so ist der Praktikumsversuch bereits erfolgreich abgeschlossen. Zur Motivation des Lernenden kann er aber noch auf der Versuchsanlage ausgeführt werden. War der Lösungsvorschlag fehlerhaft, so kann er – sofern das die Versuchsanlage nicht gefährdet – zur Demonstration ausgeführt werden.

Bei Praktikumsversuchen vom Typ I wird die Versuchsanlage also nicht unbedingt zum erfolgreichen Durchführen des Praktikums benötigt.

Bei Praktikumsversuchen vom **Typ II** wird die Versuchsanlage zum **Ermitteln** von Ergebnissen benötigt. Ein Beispiel dafür ist ein Praktikum zur Regelung einer Heizungsanlage eines Modellhauses (siehe Abbildung 12).

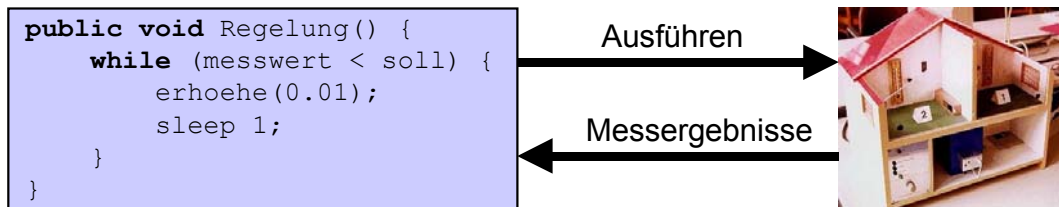


Abbildung 12: Die Regelung einer Heizungsanlage ist ein Praktikumsversuch vom Typ II

Der Lernende erstellt die erste Version seines Regelungsprogramms und lässt dies auf der Versuchsanlage ausführen. Die Versuchsausführung wird mitprotokolliert und die Messergebnisse werden zurück zum Lernenden übertragen. Dieser kann sie nun analysieren, sein Programm optimieren und es erneut auf der Versuchsanlage ausführen lassen. Wenn das Programm den gestellten Anforderungen entspricht, ist der Praktikumsversuch erfolgreich abgeschlossen.

Bei Praktikumsversuchen vom Typ II wird die Versuchsanlage also unbedingt zur Durchführung des Praktikums benötigt.

3.2.4 Zugriffskontrolle

Ein wichtiger Punkt, der bei einem Kurs mit Online-Praktikumsversuch hinzukommt, ist die Zugriffskontrolle. Wie bei einer Präsenzveranstaltung müssen die Kursteilnehmer die Versuchsanlage für eine bestimmte Zeit für sich reservieren und dies mit den anderen Kursteilnehmern abstimmen.

Es stehen prinzipiell zwei Möglichkeiten der Zugriffskontrolle zur Verfügung, deren Realisierbarkeit hauptsächlich von der Nutzungsdauer der Versuchsanlage – und damit vom Typ des Praktikumsversuchs – abhängt.

3.2.4.1 Warteschlange

Bei Praktikumsversuchen vom Typ I wird die Versuchsanlage meist nur für einen kurzen Zeitraum von wenigen Minuten benötigt, z.B. um ein Programm ablaufen zu lassen und Messwerte zu sammeln, oder um das in einer Simulation erstellte Programm unter realen Bedingungen auszuprobieren. Daher kann die Zugriffskontrolle mit dem Schema der Warteschlange realisiert werden.

Benötigt ein Kursteilnehmer Zugriff auf die Versuchsanlage, so trägt er sich in eine Warteschlange ein. Sobald alle Kursteilnehmer, die vor ihm in der Warteschlange waren, ihre Versuchsausführung beendet haben, bekommt er die Versuchsanlage zugeteilt.

3.2.4.2 Terminplan

Bei Praktikumsversuchen vom Typ II wird die Versuchsanlage für einen längeren Zeitraum, oder gar für die gesamte Zeit des Praktikumsversuchs blockiert. Daher bietet sich das Schema des Terminplans für die Organisation der Zugriffskontrolle an.

Jeder Kursteilnehmer bekommt ein bestimmtes Zeitkontingent zugeteilt, das er für den Zugriff auf die Versuchsanlage beanspruchen kann. Mit diesem Zeitkontingent reserviert er sich in einem Terminplan die Versuchsanlage für den gewünschten Zeitraum und bekommt sie dann für diesen Zeitraum zugeteilt.

3.3 Organisatorisches Konzept

Das organisatorische Konzept umfasst eine Beschreibung der Ressourcen, die für den Betrieb der Lernumgebung benötigt werden und die Einflüsse, die zu beachten sind, um die Ressourcen zu erhalten und ihre Auslastung zu optimieren.

3.3.1 Kosten

Die Annahme, Lernen übers Internet sei billiger als konventionelle Präsenzveranstaltungen, ist eine Illusion: Wie die meisten Erfahrungen zeigen, ist das Erstellen qualitativ hochwertiger Inhalte, welche dem Stand der Technik eines interaktiven Lernens am Bildschirm gerecht werden, extrem zeitaufwändig, und die diesbezüglichen Kosten übersteigen die Einsparungen durch Verringerung der Anzahl von Dozenten-Präsenzstunden bei weitem [zhwinfo 2002 / S.12].

Die Kosten, die für das Erstellen und Erhalten der Lernumgebung anfallen, müssen im Vorfeld berücksichtigt und kalkuliert werden. Über Ansätze und Verfahren dazu wurden bereits einige Dokumente veröffentlicht. In [Boettcher 1999] wird beispielsweise erörtert, wie die Kosten für das Erstellen von Lernmaterial grob abgeschätzt werden können.

Im Folgenden werden daher nur Kosten betrachtet, die unmittelbar mit dem Erstellen und dem Betrieb von Online-Praktikumsversuchen zu tun haben.

Zum **Erstellen** von Online-Praktikumsversuchen fallen Kosten an für

- das Entwickeln und Aufbauen der Versuchsanlage
- das Automatisieren der Versuchsanlage. Dies beinhaltet das Anbringen von Aktoren und Sensoren sowie das Erstellen von Software zur Steuerung der Versuchsanlage und zur Übertragung der Versuchsdurchführung.
- das Anschließen der Versuchsanlage ans Internet. Dies beinhaltet das Bereitstellen der Server, die Definition der verwendeten Protokolle, sowie ggf. die Entwicklung clientseitiger Software zur Fernsteuerung der Versuchsanlage.

Das zu erstellende Lernmaterial unterscheidet sich nicht wesentlich von dem für Lernumgebungen ohne Online-Praktikumsversuche, sodass für die Entwicklung keine speziellen Kosten anfallen.

Zum **Betreiben** von Online-Praktikumsversuchen fallen Kosten an für

- Fehlerbehebung und den laufenden Betrieb (Ersatz bei Hardwaredefekten, Energieverbrauch)
- Personal zum Warten der Server und der Versuchsanlage (Administratoren und Techniker).
- Zusätzlicher Aufwand für die Betreuung der Lernenden bei der Versuchsdurchführung. Insbesondere bei Praktikumsversuchen von Typ II sollte während der Versuchsdurchführung ein Techniker zur eventuellen Fehlerbehebung bereitstehen.

3.3.2 Vorbereitung für den Lernenden

Bevor ein Lernender sich an der Lernumgebung anmelden und mit dem Lernen beginnen kann, sind von ihm einige organisatorische Dinge zu erledigen, die von der Lernumgebung bzw. dem verantwortlichen Personal bereitgestellt werden müssen.

Folgende Informationen müssen dem Lernenden gegeben werden:

- Vorbedingungen zum Benutzen der Lernumgebung und die Installationsanweisungen
 - benötigte Software wie z.B. unterstützte Browser, Java-Versionen, Plugins
 - entsprechende Installationsanweisungen für die verschiedenen Versionen und die verschiedenen Betriebssysteme
- Angaben, wie die Lernumgebung gestartet wird
 - im einfachsten Fall die URL zur Startseite der Lernumgebung
- Zugangsdaten (Benutzerkennung und Passwort) bzw. wo sie abgerufen werden können oder wie sie erstellt werden können
- Informationen, wie der Lernende sich am System anmelden kann
- Hinweise, wie der Lernende sich mit der Lernumgebung vertraut machen kann (erste Schritte)

Ein weiterer Punkt, der bei der Vorbereitung zum Lernen angesiedelt ist, jedoch auch – je nach Art der Umsetzung – im späteren Verlauf erfolgen kann, ist das Kennenlernen des Tutors und anderer Lernender:

- Besteht bei den Lernenden die Möglichkeit, sich an einem Ort zu treffen, so bietet sich ein „Kick-Off-Meeting“ an, bei dem sich Tutor und Lernende in gemütlicher Runde gegenseitig vorstellen und erste Fragen klären können.
- Ist ein örtliches Treffen nicht möglich, so kann dieses Treffen auch zu einem festgelegten Zeitpunkt in einem speziellen Raum des Chats stattfinden. Diese Möglichkeit ist jedoch wenig persönlich und sollte daher nur als Ergänzung zum nächsten Punkt gesehen werden.
- Jeder Lernende und der Tutor hinterlegen im Chat-Modul eine kleine Beschreibung und ein Bild von sich. Diese Informationen können auch im Vorfeld vom Tutor gesammelt werden und beim Einrichten des Zugangs vom Administrator eingepflegt werden. Auf diese Weise können die Lernenden sich die Beschreibungen der anderen Personen ansehen und so leichter eine persönliche Beziehung untereinander aufbauen (vgl. Abschnitt 3.10.3 „Gruppen und Messaging-System“ / S. 72).

3.3.3 Verfügbarkeit der Versuchsanlage

Wie in Abschnitt 3.2.3 „Typen von Praktikumsversuchen“ auf Seite 41 beschrieben, kann zwischen Praktikumsversuchen unterschieden werden, bei denen die Versuchsanlage nur zur Ergebnisüberprüfung benötigt wird (Typ I) und solchen, bei denen die Versuchsanlage zur Versuchsdurchführung erforderlich ist (Typ II).

Bei Praktikumsversuchen ist es allgemein wünschenswert, die Versuchsanlage fehlerunanfällig zu konstruieren und Techniker vor Ort zu haben. Kann dies – vor allem in Bezug auf die Techniker – nicht realisiert werden, so sollten bei Praktikumsversuchen vom **Typ I Alternativen** bereitgestellt werden, um einen Ausfall der Versuchsanlage überbrücken zu können (vgl. Abschnitt 3.7.5.7 „Praktikum mit Versuchsdurchführung“ / S. 63). Je größer die Variationsmöglichkeiten für die Antworten sind, desto größer wird auch der Aufwand, die Alternativen anstatt der realen Versuchsanlage anzubieten. Besteht ein Praktikumsversuch beispielsweise aus der Steuerung einer Eisenbahn, und eine Kamera zeigt eine Gesamtansicht der Eisenbahnanlage, so ist es nahezu ausgeschlossen, für alle Variationsmöglichkeiten vorgefertigte Videos bereitzustellen. In einem solchen Fall ist es sinnvoll, die Versuchsanlage nur zu bestimmten Zeiten zugänglich zu machen, um den technischen Betreuungsaufwand in realisierbaren Grenzen zu halten.

Bei Praktikumsversuchen vom **Typ II** muss bei der Planung und Erstellung des Praktikumsversuchs ein besonderes Gewicht auf die **Verfügbarkeit der Versuchsanlage** gelegt werden. Dazu ist i.Allg. ein höherer technischer Aufwand nötig, um die Versuchsanlage und ihre Ansteuerung robust zu gestalten. Weiterhin sollte nach Möglichkeit immer ein Techniker vor Ort sein, um eventuell auftretende Probleme möglichst schnell beheben zu können (vgl. auch hierzu Abschnitt 3.7.5.7 „Praktikum mit Versuchsdurchführung“ / S. 63). Bei Versuchsanlagen, die inhärent fehleranfällig sind (z.B. wenn der Versuchsaufbau temperaturabhängig ist und keine Klimaanlage zur Verfügung steht), muss eventuell ein übermäßig hoher Wartungsaufwand berücksichtigt werden. Ein solcher Praktikumsversuch ist also i.Allg. nur bei nicht wartungsanfälligen Versuchsanlagen sinnvoll.

3.3.4 Wartungsarbeiten und Fehlerbeseitigung

Die Hardware, die zur Realisierung der Lernumgebung verwendet wird, unterliegt naturgemäß dem Verschleiß. Außerdem können Fehler, z.B. durch äußere Einflüsse, auftreten.

Wartungsarbeiten zum Überholen der Hardware können geplant und rechtzeitig bekannt gegeben werden. Muss die Versuchsanlage für den Praktikumsversuch reserviert werden, so kann der Zeitraum für die Wartungsarbeiten bereits beim Reservierungsvorgang freigehalten werden, damit es für die Lernenden nicht zu Überraschungen infolge von Fehlplanungen kommt.

Während der Wartungsarbeiten muss die Versuchsanlage gesperrt werden. Ist noch ein Praktikumsversuch am Laufen, so sollte nach Möglichkeit das Ende abgewartet werden. Dann unterbindet der Techniker den Zugriff auf die Versuchsanlage, führt die Wartungsarbeiten durch und erlaubt den Zugriff anschließend wieder. Die Lernumgebung sollte es dem Lernenden mitteilen, wenn gerade Wartungsarbeiten durchgeführt werden und wann mit dem voraussichtlichen Ende der Wartungsarbeiten gerechnet werden kann.

Die Fehlerbeseitigung hingegen muss – insbesondere bei Praktikumsversuchen, für die eine hohe Verfügbarkeit gefordert ist – möglichst zeitnah nach dem Auftreten des Fehlers geschehen. Dadurch ist hier eine besondere Vorgehensweise gefordert.

Unter 3.7.5.7 „Praktikum mit Versuchsdurchführung“ auf Seite 63 ist dargelegt, wie den Lernenden beim Auftreten eines Fehlers an der Versuchsanlage geholfen werden kann. Für die Organisation dieser Fehlerbehebung gibt es aus Sicht des Personals Folgendes zu beachten: Der Techniker muss sich, sobald er vor Ort ist, an der Lernumgebung anmelden, bzw. wieder abmelden, wenn er die Versuchsanlage verlässt. Dadurch ist für den Lernenden ersichtlich, ob er bei einem auftretenden Fehler auf eine baldige Reaktion hoffen kann, oder ob er sich – notgedrungen – anderen Aufgaben widmen sollte. Außerdem sollten die Betreuungszeiten für die Lernenden ersichtlich sein. Dadurch besteht für sie die Möglichkeit, die Versuchsdurchführung in diese Zeitfenster zu legen.

3.3.5 Zusammenfassung

Wie in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben stellt die Art des Praktikumsversuchs technische Anforderungen, und diese haben wiederum organisatorische Konsequenzen. Dies ist in Tabelle 5 noch einmal zusammengefasst.



| | <i>Typ I</i> | <i>Typ II</i> |
|--------------------------------------|--|---|
| |  |  |
| Zugriffskontrolle | Warteschlange | Terminplan |
| Verfügbarkeit | normal | sehr hoch |
| Organisatorische Konsequenzen | <ul style="list-style-type: none"> • Geringer technischer Aufwand • Geringer Wartungsaufwand • Alternativen z.T. sehr aufwendig | <ul style="list-style-type: none"> • Hoher technischer Aufwand • Hoher Wartungsaufwand • Hohe Kosten |

Tabelle 5: Organisatorische Konsequenzen des technischen Aspekts

Da Praktikumsversuche vom **Typ I** meist nur wenige Minuten dauern, kann die Zugriffskontrolle durch eine Warteschlange realisiert werden. Da theoretisch auf die Versuchsanlage verzichtet werden kann, sind die Anforderungen an die Verfügbarkeit normal. Daraus ergeben sich als organisatorische Konsequenzen ein geringer technischer Aufwand und ein geringer Wartungsaufwand. Für Alternativen (z.B. vorbereitete Filme), die dazu benutzt werden können, die Zeit zu überbrücken, in der die Versuchsanlage ausgefallen ist, muss jedoch ein größerer Erstellungsaufwand berücksichtigt werden.

Bei Praktikumsversuchen vom **Typ II** hingegen, sollte die Zugriffskontrolle durch einen Terminplan realisiert werden. Die angestrebte Verfügbarkeit sollte sehr hoch sein, und dies hat als organisatorische Konsequenzen einen hohen technischen Aufwand und einen hohen Wartungsaufwand zur Folge. Dies erzeugt wiederum hohen Kosten.

3.4 Mediendidaktisches Konzept

Ziel des mediendidaktischen Konzepts ist es, eine **moderat konstruktivistische Lernumgebung** zu realisieren. Der Lernende soll die Möglichkeit haben, zwischen einem **geführten Ablauf** und einem **offenen Ablauf** zu wählen, wobei der geführte Ablauf im Vordergrund steht.

Der geführte Ablauf orientiert sich am heute üblichen Ablauf der Ausbildung, d.h. der Lernende bekommt die Lerninhalte mit den dazugehörigen Übungsaufgaben in einer vorgegebenen Reihenfolge präsentiert, wie es z.B. in der Schule durch die Lehrkraft geschieht, oder in der universitären Ausbildung durch das Vorlesungsskript und die dazugehörigen Übungsstunden realisiert wird. Im geführten Ablauf der Lernumgebung findet der Lernende also den gewohnten Ablauf wieder, muss sich nicht umstellen und wird nicht dadurch überfordert, plötzlich den Lernablauf selbständig planen zu müssen.

Der offene Ablauf hingegen fordert den Lernenden auf, die Initiative zu ergreifen und eine Lerneinheit zu „erforschen“ anstatt sie Schritt für Schritt „abzuarbeiten“.

Die moderat konstruktivistische Lernumgebung lehnt sich an das **Konzept des „Learning Cycle“** an. In der **ersten Phase**, der Konzeptualisierungs-Phase, **arbeitet sich der Lernende in das Thema ein**. Hierzu stehen ihm zwei alternative Ablaufformen zur Verfügung. Der **geführte Ablauf** wird durch das **Tutorium** realisiert. Der Lernende wird dabei durch die Lerneinheit geleitet und erhält dadurch einen vorgegebenen Weg, an dem er sich orientieren kann (vgl. Abschnitt 3.6.7 „Tutorium – geführter Ablauf“ / S. 56). Der **offene Ablauf** hingegen wird durch das Lernen in der **Bibliothek** realisiert. Der Lernende bekommt also nur eine Übersicht über die vorhandenen Informationen und Aufgaben, durch die er selbständig den für ihn geeigneten Weg sucht (vgl. Abschnitt 3.6.8 „Bibliothek – offener Ablauf“ / S. 56).

Die Zielsetzung beider Vorgehensweisen ist es, den verschiedenen Lernstilen der Lernenden gerecht zu werden. Dadurch wird die Aneignung des zur Durchführung des Praktikumsversuchs benötigten Wissens erleichtert. Der Lernstil kann sich dabei auch während des Lernens ändern. Lernende, die sich in ein für sie neues Thema einarbeiten, werden sich für den geführten Ablauf entscheiden, um einen Einstieg in das Thema zu finden. Lernende hingegen, die bereits Vorkenntnisse mitbringen – z.B. weil sie die Lerneinheit schon einmal bearbeitet haben – und damit wissen, welche Stellen sie vertiefen wollen, werden sich für den offenen Ablauf entscheiden. Anders ausgedrückt, eignet sich der geführte Ablauf generell zum Einstieg, wohingegen sich der offene Ablauf zur Vertiefung und zur Wiederholung eignet.

Die **zweite Phase** des Learning-Cycle, die Konstruktions-Phase, wird durch den Praktikumsversuch realisiert. Der Lernende bekommt eine Aufgabenstellung, die beschreibt, was in dem Praktikumsversuch zu lösen ist. Beim Lösen der Aufgabe wendet der Lernende das bisher Gelernte an und erkennt eventuelle Wissenslücken, die er mit zusätzlichen Informationen (z.B. aus einem Dokumente-Pool) füllen kann. Dies bewirkt eine **Vertiefung des Wissens**.

Im Konzept des Learning-Cycle ist in der **dritten Phase**, der Dialog-Phase, vorgesehen, dass die Lernenden sich über das bisher Gelernte austauschen und diskutieren. Dies ist in einer telemedialen Lernumgebung aus terminlichen und technischen Gründen nur schwer durchführbar. Beispielsweise müssen die Lernenden zuerst einen Termin für die Diskussionsrunde finden, anschließend kann die Diskussion – aufgrund der zur Verfügung stehenden Mittel – nur textbasiert erfolgen. Da der Austausch und die Diskussion mit anderen Lernenden aber als **soziale Kom**

ponente sehr wichtig ist, hat der Lernende während der gesamten Sitzung in der Lernumgebung die Möglichkeit, sich mit anderen Lernenden zu unterhalten (vgl. Abschnitt 3.10 „Kommunikationskonzept“ / S. 72).

Bevor im übernächsten Abschnitt die Umsetzung dieses mediendidaktischen Konzepts im Konzept der Ablaufsteuerung beschrieben wird, wird zunächst auf das Inhaltskonzept eingegangen, das die Inhalte beschreibt, die mit der Ablaufsteuerung verknüpft werden können.

3.5 Inhaltskonzept

Das Inhaltskonzept beschreibt die möglichen Inhalte, die in der Lernumgebung präsentiert werden können.

Die Lernumgebung kann folgende Arten von Inhalten bereitstellen:

- **Lerninhalte**, die den zu vermittelnden Stoff repräsentieren,
- **Aufgaben**, durch die sich der Lernende eingehend mit den Lerninhalten beschäftigt und
- **Praktikumsversuche**, die die Lerninhalte durch aktives Handeln vertiefen sollen.

3.5.1 Lerninhalte

Zur Präsentation der Lerninhalte stehen in einer Online-Lernumgebung die medialen Möglichkeiten moderner Web-Browser zur Verfügung. Im Folgenden werden diese Möglichkeiten und ihre Anwendungsgebiete kurz beschrieben.

Text:

Text dient zur Beschreibung von Sachverhalten. Dabei sollte jeder Informationsknoten eine in sich abgeschlossene Einheit bilden. Die Textzeilen sollten möglichst kurz sein, um eine leichtere Lesbarkeit am Bildschirm zu gewährleisten.

Grafik:

Grafiken können den im Text dargelegten Sachverhalt übersichtlich darstellen und helfen Zusammenhänge prägnant zu beschreiben. Redundante Informationen, die im Text und in der Grafik enthalten sind, helfen den Bezug herzustellen und prägen sich besser ein.

Animationen / Videos:

Während Texte Sachverhalte beschreiben, dienen Animationen und Videos dazu, Abläufe zu beschreiben. Die Geschwindigkeit von Animationen sollte nach Möglichkeit einstellbar sein. Auch die Möglichkeit einer schrittweisen Ausführung kann zur Verständlichkeit beitragen.

Ton:

Ton kann zur Unterstützung von Animationen und Videos verwendet werden. Dadurch wird dem Lernenden das Gefühl gegeben, direkter am Geschehen beteiligt zu sein.

3.5.2 Aufgaben

Die Aufgaben, die dem Lernenden innerhalb der Lernumgebung gestellt werden, unterscheiden sich im Wesentlichen in Bezug auf die Antwortmöglichkeiten. Dabei können zwei größere Bereiche – gebundene und ungebundene Antwortmöglichkeiten – unterschieden werden, denen die eigentlichen Aufgabentypen zugeordnet werden können (vgl. Abbildung 13).

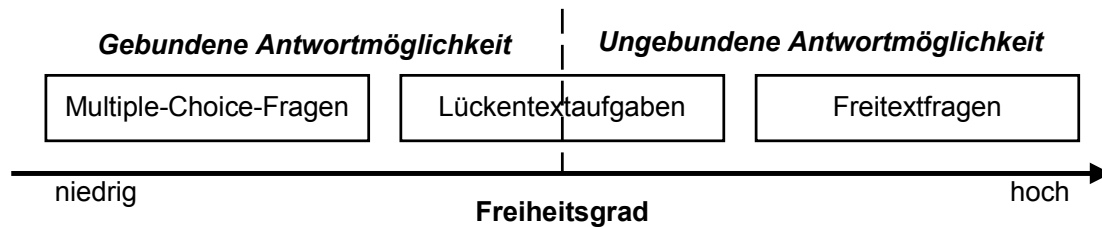


Abbildung 13: Antwortmöglichkeiten verschiedener Aufgabentypen

Bei Aufgaben mit **gebundener Antwortmöglichkeit** liegen mögliche Antworten zur Auswahl vor und müssen somit nicht selber formuliert werden. Bei Fragen mit **ungebundener Antwortmöglichkeit** hingegen muss der Lernende die Antwort selbst formulieren.

Der Übergang von gebundenen zu ungebundenen Antwortmöglichkeiten ist fließend und lässt sich nur im konkreten Fall genau bestimmen. So können bei Lückentext-Aufgaben beispielsweise die Texte, die der Lernende zum Füllen der Lücken benutzen soll, bereits vorgegeben sein und durch Drag&Drop eingefügt werden – was einer gebundenen Antwortmöglichkeit entspricht –, oder der Lernende muss die Texte – einer ungebundenen Antwortmöglichkeit entsprechend – über die Tastatur eingeben.

Die Rückmeldungen der Lernumgebung nach der Überprüfung der vom Lernenden eingegebenen Lösung sollte möglichst detailliert erfolgen und im Idealfall die folgenden Fragen beantworten:

- Wie wird die Antwort bewertet?
- Was wäre die richtige Antwort gewesen?
- Warum ist die vom Lernenden gegebene Antwort falsch bzw. warum ist eine andere Lösung richtig?

In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Aufgabengebiete besprochen.

3.5.2.1 Fragen

Unter „Fragen“ werden in der Lernumgebung Aufgaben verstanden, bei denen der Lernende eine Frage direkt, also ohne weitere (umfangreiche) Handlungen, beantworten muss. Mögliche Fragen sind z.B. „Welche der folgenden Aussagen sind richtig; a), b) oder c)?“, „Welche Aufgabe hat eine Semaphore?“ und „Wie lange (in Sekunden) braucht der Zug, um von A nach B zu gelangen?“.

Folgende Fragentypen können in der Lernumgebung vorgesehen sein:

Multiple-Choice-Fragen:

Dem Lernenden wird eine Frage gestellt, wobei er die Antwort(en) aus bereits vorgegebenen Antworten auswählen muss. Die Auswahl der Antworten kann dabei durch Markieren von Checkboxen oder Radiobuttons, durch Auswahl aus einer Select-Box oder Drop-Down-Box, durch die Eingabe über die Tastatur oder durch eine Auswahl von Elementen durch Drag&Drop geschehen.

Spezialformen der Multiple-Choice-Fragen sind **Ja/Nein-Fragen**, bei denen sich die mögliche Antwort auf „Ja“ oder „Nein“ beschränkt, **Einfachauswahlfragen**, bei denen genau eine der vorgegebenen Antworten richtig ist und **Mehrfachauswahlfragen**, bei denen keine, eine oder mehrere der vorgegebenen Antworten richtig ist bzw. sind.

Dieser Aufgabentyp ist relativ leicht in einer Lernumgebung realisierbar, da die Korrektur der Aufgaben vom Rechner übernommen werden kann. Allerdings besteht die Gefahr, dass der Lernende die richtige Lösung durch Raten oder durch Ausschluss falscher Antworten ermittelt, was bei der Analyse der Lösungen zu einer Verzerrung des Ergebnisses der Lernkontrolle führen kann. Die Fragen, sowie die vorgegebenen Antworten, müssen daher sorgfältig formuliert werden. Beispielsweise sollten mögliche Denkfehler ermittelt und entsprechende Antworten vorgesehen werden.

Freitextfragen:

Bei Freitextfragen wird dem Lernenden eine Frage ohne vorgegebene Antwortmöglichkeit gegeben, d.h. die Antwort muss frei formuliert werden.

Die Korrektur dieses Fragentyps lässt sich nur sehr eingeschränkt automatisch überprüfen, sodass i.Allg. der Tutor die Korrektur vornehmen muss. Daher eignet sich dieser Fragentyp wenig zur Selbstkontrolle sondern eher für Prüfungen oder für sonstige Punkte im Lernablauf, bei denen explizit die Korrektur durch den Tutor ermöglicht wird.

Eine vereinfachte Form der Freitextfragen, bei denen sich der „Freitext“ auf einzelne Wörter beschränkt, sind die *Lückentextaufgaben*.

3.5.2.2 Lückentextaufgaben

Bei Lückentextaufgaben bekommt der Lernende einen Text präsentiert, bei dem einige Wörter fehlen und die daher als „Lücken“ dargestellt sind. Der Lernende muss nun – entweder über die Tastatur oder durch Drag&Drop – die fehlenden Wörter einsetzen.

3.5.2.3 Kreuzworträtsel

Aus Zeitschriften bekannt sind die so genannten Kreuzworträtsel, bei denen der Lernende zu Umschreibungen von Wörtern die gesuchten Wörter finden muss, um sie in einem Gitter an einer vorgegebenen Position horizontal oder vertikal einzutragen. Diese Aufgabenform soll dazu anregen, sich spielerisch mit der Begriffswelt der Lerneinheit vertraut zu machen.

3.5.2.4 Zuordnungs- und Anordnungsaufgaben

Bei diesem Aufgabentyp wird mit der grafischen Manipulation von Objekten am Bildschirm gearbeitet. So können beispielsweise Zuordnungen vorgenommen bzw. Elemente verschoben und sortiert werden. Die Benutzeraktion kann auch in der Markierung eines bestimmten Punktes oder der Verschiebung von Objekten bestehen. Die Aufgaben sollten in jedem Fall anspruchsvoll und abwechslungsreich gestaltet sein.

3.5.2.5 Ausarbeitungsaufgaben

Bei dieser Art von Aufgaben bekommt der Lernende ein Thema vorgegeben, über das er eine Ausarbeitung schreiben muss. Das erstellte Dokument wird dann in einen Dokumente-Pool gestellt und steht anderen Lernenden zur Verfügung.

3.5.3 Praktikumsversuche

Bei der Durchführung von Praktikumsversuchen bekommt der Lernende zuerst eine Aufgabenbeschreibung und evtl. eine Beschreibung zur Bedienung der Versuchsanlage. Handelt es sich um einen Praktikumsversuch vom Typ I, so erstellt der Lernende nun erst seine Lösung und lässt sie anschließend auf der Versuchsanlage ausführen. Bei Praktikumsversuchen vom Typ II erstellt der Lernende die Lösung unter Verwendung der Versuchsanlage. Beispiele dazu sind unter 3.2.3 „Typen von Praktikumsversuchen“ auf Seite 41 zu finden.

3.6 Konzept der Ablaufsteuerung

Die Ablaufsteuerung beschreibt, welche Wege der Lernende durch die Lernumgebung benutzen kann, an welchen Stellen er geführt wird und an welchen Punkten ihm Wahlmöglichkeiten offen stehen.

3.6.1 Übersicht

Der mögliche Ablauf einer Sitzung innerhalb der Lernumgebung ist in Abbildung 14 auf Seite 52 vereinfacht dargestellt.

Die gestrichelten Linien markieren optionale Abläufe, z.B. wenn eine Aktion übersprungen werden kann. Das gestrichelte Kästchen markiert dementsprechend eine optionale Aktion, die i.Allg. nicht benötigt wird, aber verwendet werden kann, sofern sie für sinnvoll erachtet wird.

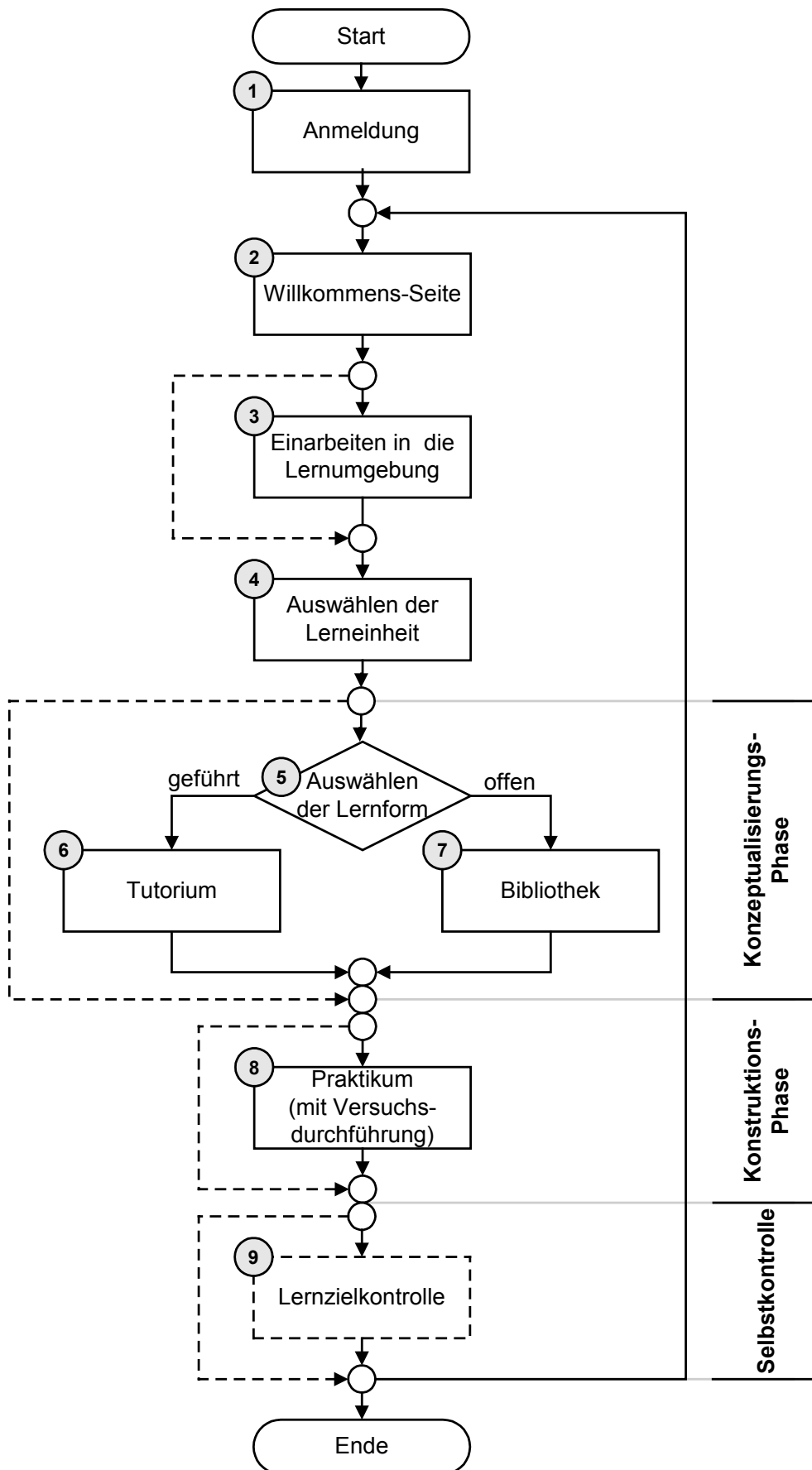


Abbildung 14: Übersicht über den möglichen Ablauf einer Sitzung in der Lernumgebung

Im Folgenden werden die in der Abbildung markierten Punkte erläutert. Eine detaillierte Beschreibung dieser Punkte erfolgt in den anschließenden Abschnitten.

1. **Anmeldung:** Dazu gehört im einfachsten Fall das Anmelden am System durch Eingabe von Benutzerkennung und Passwort. Weiterhin fallen darunter einmalige Vorbereitungen, um mit der Lernumgebung arbeiten zu können, wie z.B. das Beantragen des Passworts.
2. **Willkommens-Seite:** Nach der Anmeldung wird der Lernende mit der Willkommens-Seite begrüßt. Hier bekommt er aktuelle Informationen wie z.B. über kommende Veranstaltungen, seinen Lernfortschritt und eingegangene Nachrichten.
3. **Einarbeiten in die Lernumgebung:** Hier kann der Lernende einen Überblick darüber bekommen, wie die Lernumgebung zu bedienen ist, welche Funktionen sie bietet, wie das Lernen innerhalb der Lernumgebung abläuft und wo er weitere Informationen und Hilfe finden kann. Dieser Schritt kann vom Lernenden übersprungen werden, wenn er mit der Lernumgebung bereits vertraut ist.
4. **Auswählen der Lerneinheit:** An dieser Stelle wählt der Lernende, welche Lerneinheit er bearbeiten möchte. Zu jeder Lerneinheit kann sich der Lernende Informationen über den Inhalt und über ggf. zu erfüllende Voraussetzungen anzeigen lassen. Zu den Voraussetzungen zählen neben dem Vorwissen auch organisatorische Dinge, wie z.B. Accounts, die für den Zugriff auf die Versuchsanlage benötigt werden. Bei der Wahl der Lerneinheit wird sich der Lernende üblicherweise an der empfohlenen Bearbeitungsreihenfolge orientieren.
5. **Auswählen der Lernform:** Nun muss der Lernende wählen, ob er mit Hilfe des Tutoriums durch den Lernstoff geführt werden will, oder ob er mit Hilfe der Bibliothek den Lernstoff selbst erarbeiten will.
6. **Tutorium:** Hat der Lernende sich für das Lernen mit Hilfe des Tutoriums entschieden, so bekommt er das Wissen in einer vorgegebenen Folge von Informationen und Aufgaben präsentiert, die er durchlesen und bearbeiten muss. Der Ablauf eines Tutoriums wird in Abschnitt 3.6.7 auf Seite 56 erläutert.
7. **Bibliothek:** Hat der Lernende sich für das Lernen mit Hilfe der Bibliothek entschieden, so wird ihm eine Übersicht über die vorhandenen Informationen und Aufgaben angezeigt. Daraus wählt er nun das Gewünschte aus. Der Ablauf einer Sitzung in der Bibliothek wird in Abschnitt 3.6.8 auf Seite 56 erläutert.
8. **Praktikum mit Versuchsdurchführung:** Nachdem sich der Lernende das benötigte Wissen angeeignet hat, um das Praktikum durchführen zu können, bekommt er die Aufgabe beschrieben, die er durchzuführen bzw. zu lösen hat. Anschließend führt der Lernende das Praktikum durch. Im Normalfall ist die Versuchsdurchführung Bestandteil des Praktikums.
9. **Lernzielkontrolle:** Die Lernzielkontrolle enthält Aufgaben, die der Lernende bearbeiten kann, um zu überprüfen, ob er sich das in der Lerneinheit zu vermittelnde Wissen angeeignet hat. Dies dient nur der Selbstkontrolle des Lernenden und hat keinerlei Benotung zur Folge.

Im Folgenden werden diese Punkte nun ausführlich beschrieben.

3.6.2 Anmeldung

Zur Anmeldung an der Lernumgebung muss der Lernende seine Benutzerkennung und sein Passwort eingeben. Dadurch wird er von der Lernumgebung identifiziert, und sie kann die entsprechende Konfiguration für diesen Benutzer laden.

Es sollte auch eine Möglichkeit für Benutzer, die noch keine Benutzerkennung besitzen, vorgesehen sein, sich als Gast anzumelden. Dadurch können sie bereits im Vorfeld erste Erfahrungen mit der Lernumgebung sammeln.

3.6.3 Willkommens-Seite

Das Bestreben der Willkommens-Seite ist es, dem Lernenden einen Startpunkt für die aktuelle Sitzung in der Lernumgebung zu geben. Mögliche Inhalte der Willkommens-Seite sind:

- Begrüßung des Lernenden. Dadurch wird die Lernumgebung persönlicher und der Lernende fühlt sich hier sogleich „zu Hause“.
- Neuigkeiten, die seit der letzten Sitzung bekannt gegeben wurden, wie z.B. Terminänderungen, oder die Bekanntgabe, wann die Versuchsanlage wegen Wartungsarbeiten außer Betrieb ist.
- Persönliche Mitteilungen vom Tutor oder anderen Lernenden.

Wird die Willkommens-Seite im weiteren Verlauf der Sitzung nochmals aufgerufen, z.B. nach dem Durcharbeiten einer Lerneinheit, so entfällt die Begrüßung.

3.6.4 Einarbeiten in die Lernumgebung

Hier bekommt der Lernende einen Überblick über die Funktionen der Lernumgebung und über gängige Vorgehensweisen und Abläufe.

Diese Themen sollten dabei beim Überblick über die Funktionen berücksichtigt werden:

- Bildschirmaufbau und besondere Gestaltungselemente, wie z.B. Icons
- Navigationsmöglichkeiten
- Hilfesystem (Grundlegendes Prinzip; Inhalte; verschiedene Arten wie das Hilfesystem aufgerufen werden kann)
- Überblick über die beiden Lernformen („Tutorium“ und „Bibliothek“) und die in ihnen enthaltenen Elemente (Infos, Aufgaben)
- Erklärung von Praktika und evtl. Prüfungen
- Überblick über die Kommunikationsmöglichkeiten mit dem Tutor und mit anderen Lernenden (Chat-Modul, Schwarzes Brett, Messaging-System, E-Mail, ...)
- Überblick, wie zusätzliche Informationen gefunden werden können (Lexikon und Dokumente-Pool)

Für die Realisierung des Überblicks gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Eine Lerneinheit befasst sich mit diesem Thema. Dies setzt voraus, dass die Lerneinheit ohne Vorwissen gestartet werden kann (z.B. durch einen Link auf der Begrüßungs-Seite) und dass die Navigation innerhalb der Lernumgebung selbsterklärend ist.
- Eine Guided-Tour durch die Lernumgebung erklärt die Inhalte und Funktionen an markanten Stellen. Dazu erhält der Lernende Erklärungen in einem separaten Fenster, während die entsprechenden Stellen der Lernumgebung im Hauptfenster angezeigt werden.
- „Erste Schritte“ mit der Lernumgebung. Wie bei der Guided-Tour erhält der Lernende dabei Informationen und Erklärungen in einem separaten Fenster. Zusätzlich werden jedoch kleine Handlungsanweisungen gegeben, um die gegebenen Erklärungen gleich im Hauptfenster auszuprobieren. Somit kann der Lernende sich durch aktives Handeln mit der Lernumgebung vertraut machen.

Aus den drei Möglichkeiten, die Einführung in die Lernumgebung zu realisieren, ist die Realisierung mittels Lerneinheit die – aus technischer Sicht – einfachste. Trotzdem kann mit ihr eine grundlegende Einführung in die Benutzung der Lernumgebung erreicht werden. Daher wird sie für die Realisierung des Prototyps gewählt.

Bei den anderen beiden Möglichkeiten erfordert die Synchronisation des zusätzlichen Fensters – das die Anweisungen enthält – mit dem Arbeitsbereich der Lernumgebung, sowie der durch die praktischen Beispiele hohe interaktive Anteil mit der daraus resultierenden umfangreichen Ablaufsteuerung, einen ungleich höheren Aufwand.

Beim Starten der Einführung in die Lernumgebung wird die entsprechende Lerneinheit geladen. Gleich zu Beginn sollte der Bildschirmaufbau und die Navigation erklärt werden, um die Lerneinheit bearbeiten zu können. Da der Bildschirm der Lernumgebung – im Gegensatz zu den beiden anderen Möglichkeiten – nicht zur Demonstration verwendet werden kann, erfolgt die Erklärung mittels Screenshots.

Die Lerneinheit besteht in diesem Fall nur aus einem Tutorium. Es folgen also keine weiteren Punkte wie z.B. das Praktikum.

3.6.5 Auswählen der Lerneinheit

Hier erhält der Lernende eine Übersicht über die vorhandenen Lerneinheiten. Anhand der Beschreibungen zu jeder Lerneinheit wählt er sich die Lerneinheit aus, die er bearbeiten will.

Zusätzlich zum Inhalt wird außerdem zu jeder Lerneinheit angezeigt, welche Voraussetzungen zur Bearbeitung nötig sind, beispielsweise welches Vorwissen erforderlich ist und ob die Versuchsanlage reserviert werden muss.

3.6.6 Auswählen der Lernform

Nach dem Auswählen der Lerneinheit entscheidet sich der Lernende, ob er beim Lernen lieber geführt wird und somit das Tutorium bevorzugt, oder ob er sich den Weg lieber selber sucht und damit die Bibliothek zum Lernen wählt.

3.6.7 Tutorium – geführter Ablauf

Hat der Lernende entschieden, sich das Wissen durch ein Tutorium anzueignen, so werden ihm die Informationen und Aufgaben der Lerneinheit in einer vorgegebenen Reihenfolge präsentiert (vgl. Abbildung 15).

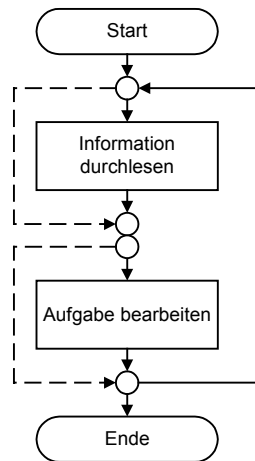


Abbildung 15: Ablauf der Tutoriums-Sitzung

Informationen sind dabei alle Arten von (multimedialen) Präsentationen wie z.B. Text, Grafik, Ton und Video. Da die Darstellungsform „Text“ am weitesten häufigsten Verwendung findet, ist in Abbildung 15 stellvertretend der Begriff „durchlesen“ angegeben.

Aufgaben dienen zur Festigung des Wissens und beziehen sich im Normalfall auf Informationen, die unmittelbar zuvor präsentiert wurden. Durch diese Aufgaben soll verhindert werden, dass der Lernende die Informationen nur überfliegt und nicht durcharbeitet. Die möglichen Aufgabentypen für die Einarbeitung ins Thema werden im Abschnitt 3.5.2 „Aufgaben“ ab Seite 49 besprochen.

Die Reihenfolge, in der die Informationen und Aufgaben durchgearbeitet werden, ist nur eine Empfehlung und es bleibt dem Lernenden überlassen, ob er einzelne Teile überspringt oder in anderer Reihenfolge bearbeitet.

3.6.8 Bibliothek – offener Ablauf

Hat sich der Lernende dafür entschieden sich das Wissen mit Hilfe der Bibliothek anzueignen, so bekommt er eine Übersicht über alle vorhandenen Informationen und Aufgaben präsentiert. Daraus wählt er sich nun seinen Startpunkt aus.

Die Vorgehensweise beim Lernen ist dabei an das Lernen in einer Bibliothek angelehnt. Der Lernende wählt sich aus einem Bestand an Informationen und Aufgaben diejenigen aus, die ihn interessieren und bearbeitet sie in einer selbstgewählten Reihenfolge (vgl. Abbildung 16).

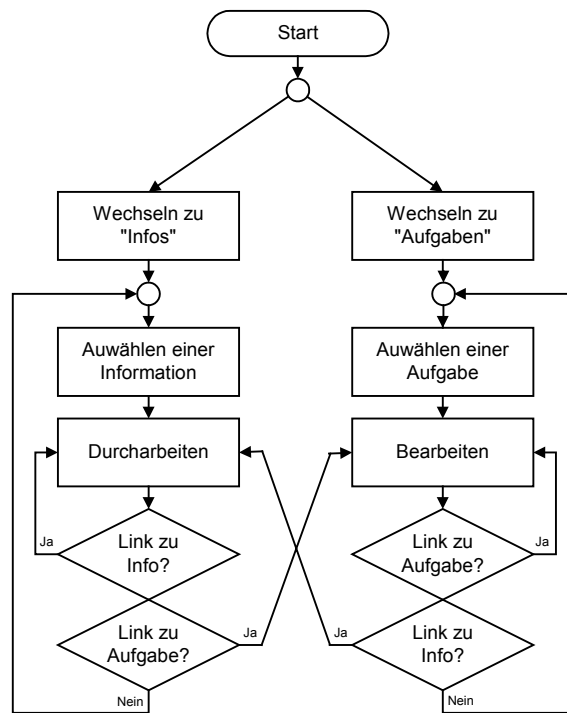


Abbildung 16: Ablauf der Bibliotheks-Sitzung

Zu den Informationen und Aufgaben sind dabei jeweils Verweise auf verwandte Informationen und Aufgaben gegeben, denen der Lernende folgen kann. Auf diese Weise arbeitet sich der Lernende über die Links durch die Informationen und Aufgaben, oder er lässt sich bei Bedarf die Übersicht über vorhandene Informationen und Aufgaben anzeigen und orientiert sich dort neu.

3.6.9 Praktikum mit Versuchsdurchführung

Nachdem sich der Lernende das Wissen angeeignet hat, um das Praktikum durchführen zu können, bekommt er die Aufgabenstellung präsentiert. Zusätzlich zur Aufgabenbeschreibung erhält der Lernende noch alle Informationen, die zur Versuchsdurchführung notwendig sind, z.B. Datenblätter und eine Beschreibung der Versuchsanlage.

Das Praktikum besteht aus mindestens einer Aufgabe, die mit Hilfe eines Praktikumsversuchs zu lösen ist. Unter Umständen kann aber auf eine Versuchsdurchführung verzichtet werden, wenn die Versuchsanlage nicht zur Verfügung steht (vgl. Abschnitt 3.3.3 „Verfügbarkeit der Versuchsanlage“ / S. 45).

Arten von Praktikumsversuchen werden in Abschnitt 3.5.3 ab Seite 51 besprochen.

3.6.10 Lernzielkontrolle

Die Lernzielkontrolle entspricht im Wesentlichen den Fragen und Aufgaben aus dem Tutorium bzw. der Bibliothek. Idealerweise sollten andere Fragen und Aufgaben gestellt werden, um das Resultat der Lernzielkontrolle nicht durch „Auswendiglernen“ zu verfälschen. Sofern möglich, sollten die Aufgaben deshalb auch mit zufälligen Werten gestellt werden.

Die Lernzielkontrolle ist als **Selbstkontrolle** für den Lernenden zu verstehen. Eine Lernzielkontrolle, die den Status einer Prüfung hat, d.h. eine Benotung zur Folge hat, sollte außerhalb der Tutorien in einem gesonderten Bereich der Lernumgebung angesiedelt werden. Dadurch wird dem Lernenden die Angst genommen, dass eine unbedachte Handlung innerhalb des Tutoriums negative Folgen für ihn haben könnte.

3.6.11 Ergänzungen

Das vorgestellte Schema ist als Grundlage zu verstehen und kann an spezielle Erfordernisse in der Ausbildung der Lernenden angepasst werden.

Wenn das Praktikum oder das Bearbeiten der Lernzielkontrolle ein Pflicht-Bestandteil der Ausbildung ist, benötigt der Lernende einen Nachweis, dass er das Praktikum absolviert bzw. die Aufgaben bearbeitet hat. Dies kann beispielsweise durch Mitprotokollieren der Handlungen an der Versuchsanlage oder während dem Lösen der Aufgaben geschehen. Eine ähnliche Lösung wäre, die Ergebnisse eines Versuchs oder der Lernzielkontrolle automatisiert an den Tutor zu schicken.

3.7 Hilfekonzzept

Im Hilfekonzzept werden mögliche Probleme analysiert, mit denen der Lernende während des Lernens mit der Lernumgebung konfrontiert werden kann. Weiterhin wird untersucht, mit welchen Mitteln der Lernende bei der Problemlösung unterstützt werden kann.

3.7.1 Problemarten

Probleme können drei Kategorien zugeordnet werden:

- **Technische Probleme:** Darunter fallen alle Probleme, die mit der Bedienung der Lernumgebung und der Versuchsanlage zu tun haben. Insbesondere umfasst dies auch Fehlfunktionen wie z.B. eine ausgefallene Versuchsanlage.
- **Verständnisprobleme:** Hier sind alle Probleme einzuordnen, die mit den Lerninhalten zu tun haben, also z.B. wenn der Lernende nicht versteht, wie der gerade behandelte Algorithmus funktioniert.
- **Organisatorische Probleme:** Dies sind Probleme, die durch die notwendige Koordination von Lernenden mit anderen Lernenden oder dem Tutor entstehen, z.B. wenn ein Lernender die Versuchsanlage bereits reserviert hat und nun aufgrund von Termenschwierigkeiten mit einem anderen Lernenden tauschen will.

3.7.2 Hilfemöglichkeiten

In der folgenden Tabelle sind die Hilfemöglichkeiten aufgelistet, die bei verschiedenen Problemarten gegeben werden können.

| | <i>Technische Probleme</i> | <i>Verständnisprobleme</i> | <i>Organisatorische Probleme</i> |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Offline-Lernumgebungen | | | |
| Handbuch | ✓ | | |
| Kontext-Hilfe | ✓ | | |
| FAQ | ✓ | | |
| Lexikon | | ✓ | |
| Dokumente-Pool | | ✓ | |
| Online-Lernumgebungen | | | |
| Kontaktadressen | ✓ | ✓ | ✓ |
| Chat / Schwarzes Brett / E-Mail | ✓ | ✓ | ✓ |
| Newsgroups | ✓ | ✓ | |
| Sprechstunde beim Tutor | | ✓ | ✓ |
| Haftnotizen | | ✓ | |

Tabelle 6: Hilfemöglichkeiten bei verschiedenen Problemarten

Bei **Offline-Lernumgebungen**, also bei Lernumgebungen, die lokal ausgeführt werden können und ohne das Internet auskommen, treten i.Allg. nur die beiden ersten Problemarten auf. Bei technische Probleme kann das **Handbuch** zu Rate gezogen werden, um einen detaillierten Überblick über die Lernumgebung zu bekommen. Die **Kontext-Hilfe** bietet konkrete Hilfestellungen zu der Stelle der Lernumgebung, an der sich der Lernende gerade befindet, und die **FAQ** enthält Antworten auf häufige Fragen. Bei Verständnisproblemen kann der Lernende zusätzlich zu den Lerninhalten spezielle Begriffe in einem Lexikon nachschlagen, oder er kann im **Dokumente-Pool** nach witeren umfassenden Informationen suchen.

Bei Online-Lernumgebungen kommt neben zusätzlichen Hilfemöglichkeiten auch die Problemart der organisatorischen Probleme hinzu, da sich Lernende nun mit anderen Lernenden oder dem Lehrenden koordinieren müssen. Hilfsmittel, die zum Übermitteln von Nachrichten an spezielle Personen oder Personengruppen dienen, und die damit auf alle Problemarten angewendet werden können, sind **Kontaktadressen** anderer Lernender, des Lehrenden oder des Technikers, der **Chat**, das **schwarze Brett** und die Kommunikation über **E-Mail**. **Newsgroups** werden für spezielle Themen angelegt und eignen sich daher in erster Linie für die beiden ersten Problemarten. Da Newsgroups üblicherweise von einem großen Personenkreis abonniert werden, sind sie schlecht dafür geeignet, organisatorische Fragen zu klären. Auch die **Sprechstunde beim Tutor** könnte prinzipiell für alle Problemarten verwendet werden. Damit der Tutor nicht über

lastet wird, sollten dafür aber andere Hilfemöglichkeiten verwendet werden. Die **Haftnotizen** werden direkt im Lernmaterial untergebracht. Sie sind daher ausschließlich beim Lösen von Verständnisproblemen interessant.

3.7.3 Handbuch

Das Handbuch dient dem Lernenden dazu, ein zusammenhängendes und umfassendes Bild über die Lernumgebung zu bekommen. Der Inhalt sollte daher neben dem allgemeinen Überblick auch in die Tiefe gehen und Sachverhalte detailliert beschreiben.

Üblicherweise wird das Handbuch zu Rate gezogen, wenn der Lernende die gesuchte Information nicht in den sonstigen Hilfestellungen der Lernumgebung findet. Das Inhaltsverzeichnis sollte deswegen klar strukturiert sein, um auf den Inhalt gezielt zugreifen zu können. Empfehlenswert ist auch, einen Index und eine Suchfunktion einzubauen.

Das Handbuch beschreibt die unveränderlichen Bestandteile der Lernumgebung und deren Bedienung. Als Richtlinien für den Inhalt können die unter Abschnitt 3.6.4 „Einarbeiten in die Lernumgebung“ auf Seite 54 aufgeführten Punkte genommen werden. Neben einer kurzen allgemeinen Einführung über die Möglichkeiten und die verwendeten Konzepte sollten insbesondere die Bestandteile der Lernumgebung, also der Bildschirmaufbau sowie die Einzel- und Zusatzfunktionen, beschrieben werden.

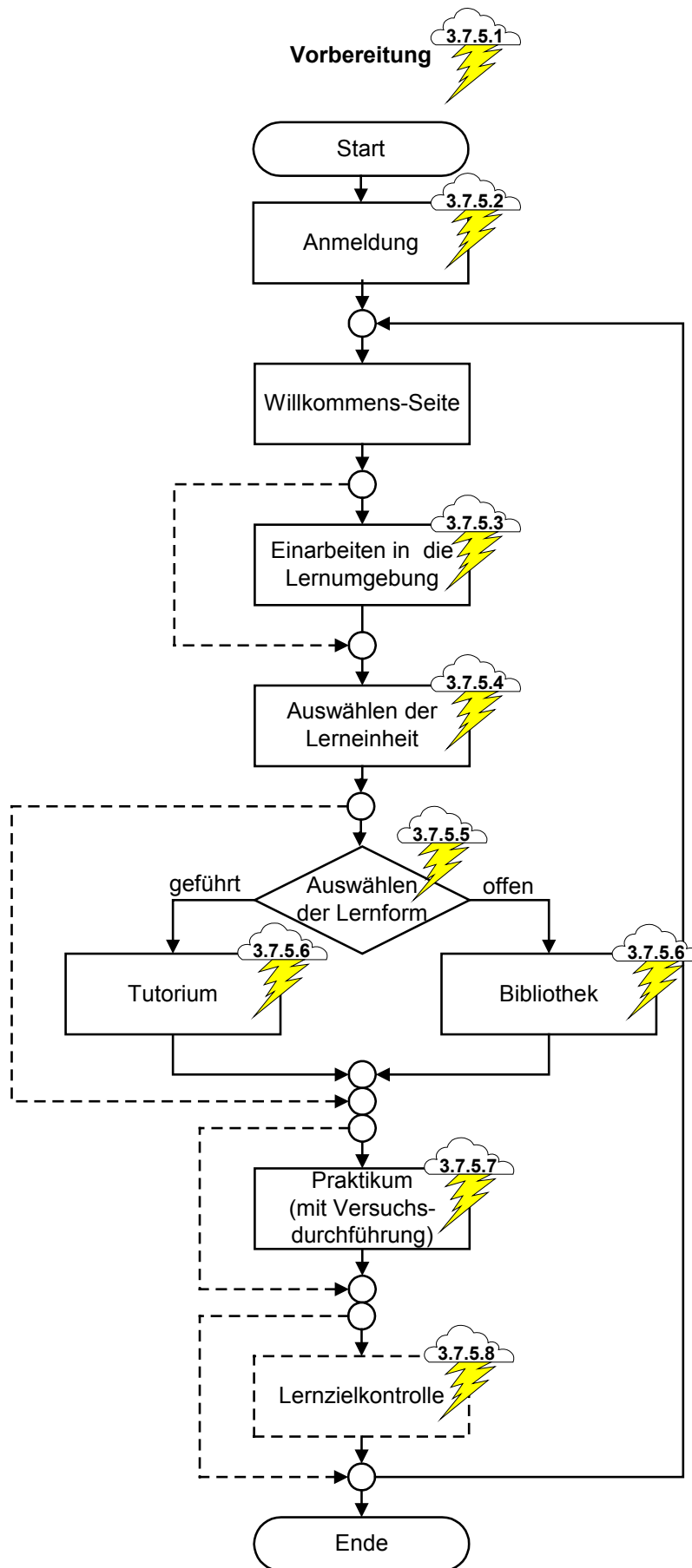
3.7.4 Kontext-Hilfe

Benötigt der Lernende eine umfassende Beschreibung des Teils der Lernumgebung in dem er sich augenblicklich befindet, so kann er die Kontext-Hilfe aufrufen. Das Themengebiet der Kontext-Hilfe umfasst daher die Willkommens-Seite, die Einzelfunktionen und die Zusatzfunktionen. Eine gute Möglichkeit dies zu realisieren ist, dem Kontext entsprechend auf die richtige Stelle im Handbuch zu verweisen.

3.7.5 Besondere Hilfestellung an Problemstellen

Während sich der Lernende in der Lernumgebung aufhält, sollte er zu jedem Zeitpunkt – zusätzlich zur ansonsten vorhandenen integrierten Hilfe – die Möglichkeit haben, mit einem **Ansprechpartner**, der für den Teil der Lernumgebung, in der sich der Lernende gerade befindet, Hilfestellungen geben kann, Kontakt aufzunehmen. Die Hilfemöglichkeit des Ansprechpartners wird daher im Folgenden nicht mehr ausdrücklich erwähnt.

In Abbildung 17 ist nochmals die Übersicht über den Ablauf einer Sitzung in der Lernumgebung dargestellt. Die mit Blitzen markierten Kästchen stellen Problemstellen dar, die in den folgenden Abschnitten analysiert werden.



Begleitende Hilfestellung erforderlich

Abbildung 17: Mögliche Probleme im Lernablauf

3.7.5.1 Vorbereitung

Während der „Vorbereitung“ befindet sich der Lernende noch **nicht in der Lernumgebung**. Daher sind die möglichen Probleme vor dem eigentlichen Lernen angesiedelt und umfassen organisatorische Fragen (z.B. wo die Zugangsdaten für die Lernumgebung stehen) und technische Fragen (z.B. wie die Lernumgebung installiert und gestartet wird).

Da das Hilfesystem der Lernumgebung noch nicht zur Verfügung steht, können folgende Alternativen umgesetzt werden:

Der Lernende bekommt die benötigten Informationen und Hilfestellungen vorab ...

- ... per **Post** zugesandt. Dadurch entstehen dem Lernenden keine technischen Probleme, um an diese Informationen zu gelangen.
- ... per **E-Mail** zugesandt. Dies setzt einen funktionierenden Internet-Zugang und ein Postfach für die E-Mail voraus. Wenn die Informationen als Anhang der E-Mail beiliegen, ist außerdem darauf zu achten, dass ein Dokumenten-Format verwendet wird, das der Lernende öffnen kann.
- ... auf einer eigens dafür eingerichteten **Web-Seite** bereitgestellt. Diese Web-Seite kann auch das Portal zur Lernumgebung darstellen. Auch hier wird ein funktionierender Internet-Zugang vorausgesetzt.

Im Allgemeinen dürfte der Weg per Web-Seite ausreichen, da sich der Lernende bei auftretenden technischen Problemen an seinen Provider (und nicht an den Tutor) wenden muss.

Folgende Informationen sollten dem Lernenden gegeben werden:

- eine Installationsanleitung für die Lernumgebung (benötigter Browser, benötigte Plugins)
- Angaben, wie der Lernende an die Zugangsdaten kommt (Benutzerkennung und Passwort)

Unter der Voraussetzung, dass der Lernende die Informationen erhalten hat, sollten – in Bezug auf möglicherweise später auftretende Probleme – die Adressen (Telefon und E-Mail) des Tutors und ggf. des Administrators enthalten sein. Sinnvoll ist außerdem darauf hinzuweisen, wie die Hilfestellung (z.B. eine FAQ) zu erreichen ist, wenn es bereits beim Installieren der Lernumgebung oder beim Anmelden am System zu Problemen kommt.

3.7.5.2 Anmeldung

Mit den während der Vorbereitung erhaltenen Zugangsdaten kann der Lernende sich nun an der Lernumgebung anmelden.

Schlägt die Anmeldung fehl, so bekommt der Lernende Tipps, weswegen die Benutzerkennung oder das Passwort nicht akzeptiert wurde. Beispielsweise hat er sich einfach vertippt, Null und den Buchstaben „O“ verwechselt oder die Feststelltaste ist betätigt. Klappt die Anmeldung trotz dieser Tipps nicht, so kann sich der Lernende – üblicherweise per E-Mail – an einen Ansprechpartner wenden.

3.7.5.3 Einarbeiten in die Lernumgebung

Nach dem Anmelden am System wird der Lernende mit einer Willkommens-Seite begrüßt, von der aus er sein weiteres Vorgehen bestimmen kann.

Als Hilfe für einen Lernenden, der zum ersten Mal mit der Lernumgebung arbeitet, sollte der Vorschlag unterbreitet werden, sich zuerst einmal in die Lernumgebung einzuarbeiten, um mit ihr vertraut zu werden.

Entscheidet er sich dafür, sich in die Lernumgebung einzuarbeiten, so wird er zur Lerneinheit weitergeleitet, die die Einführung in die Lernumgebung enthält. Darin werden u.a. die Vorgehensweisen beschrieben, die zur Benutzung der Lernumgebung benötigt werden. Vorgehensweisen sollten auch mögliche Fehlbedienungen des Lernenden berücksichtigen und dementsprechend Hilfestellungen geben. Treten weiter gehende Probleme auf, so sollte der Lernende darauf hingewiesen werden das Handbuch zu benutzen.

3.7.5.4 Auswählen der Lerneinheit

Um dem Lernenden das Finden der richtigen Lerneinheit zu vereinfachen, sollte der Beschreibungstext kurz gefasst werden. Dazu können die Inhalte auch stichwortartig aufgezählt werden.

3.7.5.5 Auswählen der Lernform

Will der Lernende nun mit dem Lernen beginnen, so muss er sich für eine der beiden Lernformen „Tutorium“ oder „Bibliothek“ entscheiden. Da die Unterschiede zwischen den Lernformen bereits bei der „Einarbeitung in die Lernumgebung“ herausgestellt wurden, wird hier keine weitere Erklärung benötigt. Hat der Lernende die „Einarbeitung in die Lernumgebung“ nicht durchgeführt, so hat er als Hilfestellung noch die Kontext-Hilfe bzw. das Handbuch zur Verfügung.

3.7.5.6 Tutorium / Bibliothek

Während dem Durcharbeiten des Tutoriums oder dem Lernen in der Bibliothek liest sich der Lernende Informationen durch und bearbeitet dazugehörige Aufgaben.

Treten Verständnisschwierigkeiten auf, so kann sich der Lernende im Chat mit anderen Lernenden darüber unterhalten oder den Tutor per E-Mail fragen.

3.7.5.7 Praktikum mit Versuchsdurchführung

Wird die Versuchsanlage für den Praktikumsversuch zum Ermitteln von Ergebnissen benötigt, kann der Lernende den Versuch nur durchführen, wenn die Versuchsanlage funktioniert. Tritt ein technischer Defekt auf, so ist dies umso ärgerlicher, da der Lernende die Versuchsanlage für eine bestimmte Zeit reserviert hat. Daher ist es hier besonders wichtig, dass der Techniker der Versuchsanlage schnell und unkompliziert erreicht werden kann.

Ideal wäre ein in die Lernumgebung integrierter Chat, der nach folgendem Schema abläuft:

- Das Chat-Fenster wird vom Lernenden geöffnet. Es ist ersichtlich ob der Techniker gerade anwesend ist bzw. wann er anwesend ist.
- Der Lernende schickt dem Techniker eine Botschaft, in der er das Problem kurz schildert.
- Daraufhin bekommt er sogleich eine automatisierte Rückmeldung:
 - Ist der Techniker *anwesend*, so erhält der Lernende eine Antwort, dass der Techniker anwesend ist und das Problem baldmöglichst beheben wird. Ggf. kann der Techniker dazu Rückfragen stellen, wenn es Unklarheiten über die Problemstelle gibt.
 - Ist der Techniker *nicht anwesend*, so erhält der Lernende eine Antwort, dass der Techniker nicht anwesend ist, wann er voraussichtlich wiederkommt, und dass das Problem dann baldmöglichst behoben wird.
- Wenn das Problem behoben ist, wird dies dem Lernenden (per Chat und per E-Mail) mitgeteilt. Die zusätzliche E-Mail-Benachrichtigung ist deshalb sinnvoll, weil der Lernende dann nicht in der Lernumgebung bleiben muss, um zu erfahren, dass das Problem gelöst ist.

Eine einfacher zu realisierende Möglichkeit wäre, den Techniker per E-Mail zu benachrichtigen. Die Kommunikation läuft dann nach folgendem Schema ab:

- Der Lernende öffnet die Kontakt-Informationen in denen ersichtlich ist, ob der Techniker gerade anwesend ist bzw. wann er anwesend ist. Dann schickt er dem Techniker eine E-Mail, in der er das Problem kurz schildert.
- Wie beim vorigen Schema bekommt der Lernende daraufhin die gleich lautende automatisierte Rückmeldung, jedoch per E-Mail. Die weiteren Rückfragen des Technikers müssen ggf. per E-Mail erfolgen.
- Wenn das Problem behoben ist, wird dies dem Lernenden wiederum per E-Mail mitgeteilt.

Nach Möglichkeit ist die Kommunikation per Chat zu bevorzugen, da diese Kommunikation schneller erfolgt, was dem Lernenden, sofern das Problem schnell behoben werden kann, ein baldiges Weiterarbeiten ermöglicht.

3.7.5.8 Lernzielkontrolle

Die Lernzielkontrolle entspricht dem Stellen von Aufgaben während eines Tutoriums oder in der Bibliothek und benötigt daher die gleiche Hilfestellung wie in Abschnitt 3.7.5.6 „Tutorium / Bibliothek“ beschrieben.

3.8 Gestaltungskonzept

Das Gestaltungskonzept befasst sich mit der Anordnung und dem Aussehen der Elemente auf dem Bildschirm.

3.8.1 Bildschirmaufteilung

Die Lernumgebung beinhaltet folgende Elemente, die auf dem Bildschirm angeordnet werden müssen:

- **Kopfleiste:** Hier wird das Praktikums-Logo angezeigt. Außerdem ist hier ersichtlich, welche Einzelfunktion gerade aktiv ist (Tutorium, Bibliothek, Lernfortschritt, ...).
- **Arbeitsbereich:** Im Arbeitsbereich findet die eigentliche Arbeit mit der Lernumgebung statt. Hier werden u.a. Informationen präsentiert, Aufgaben bearbeitet und Einstellungen vorgenommen. Alle Einzelfunktionen werden im Arbeitsbereich dargestellt und durchgeführt.
- **Inhaltsverzeichnis:** Dieser Teil enthält – abhängig von der Einzelfunktion, die gerade im Arbeitsbereich durchgeführt wird – eine Inhaltsstruktur. Beispielsweise wird hier während des Tutoriums die Inhaltsübersicht der aktuellen Lerneinheit angezeigt.
- **Navigationsleiste:** In diesem Bereich können Einzelfunktionen ausgewählt, Zusatzfunktionen aufgerufen und – sofern möglich – durch den Inhalt im Arbeitsbereich navigiert werden.

Die Benutzungsoberfläche sollte über die gesamte Sitzung in der Lernumgebung ein einheitliches Bild ergeben. Außerdem sollte sie dem von Web-Applikationen gewohnten Look-and-Feel entsprechen. Üblicherweise nimmt der Arbeitsbereich den weitaus größten Teil des Bildschirms ein und ist zentral in der Bildmitte. Das Inhaltsverzeichnis ist senkrecht links oder rechts vom Arbeitsbereich angesiedelt. Da die Leserichtung – und damit die Arbeitsgewohnheit – von links nach rechts erfolgt, ist die linke Seite für das Inhaltsverzeichnis vorzuziehen, da dort zuerst der Inhalt ausgewählt und dann im Arbeitsbereich bearbeitet wird.

Da die Lernumgebung in das Layout der IAS-Homepage einzubinden ist, ist das IAS-Logo – und damit die Kopfleiste – am oberen Bildschirmrand angebracht.

Üblicherweise sind das Menü zum Auswählen der Funktionen und die Navigationselemente am oberen Bildschirmrand angebracht. Zum einen wird dieser Platz jedoch bereits von der Kopfleiste eingenommen und zum andern ist der geringe Abstand des Menüs des Web-Browsers – in dem die Lernumgebung läuft – zur Navigationsleiste der Lernumgebung ungünstig, da hier leicht eine Verwechslungsgefahr besteht. Daher wird empfohlen, die Navigationsleiste unter den Arbeitsbereich zu setzen.

Die resultierende Bildschirmaufteilung ist in Abbildung 18 dargestellt.

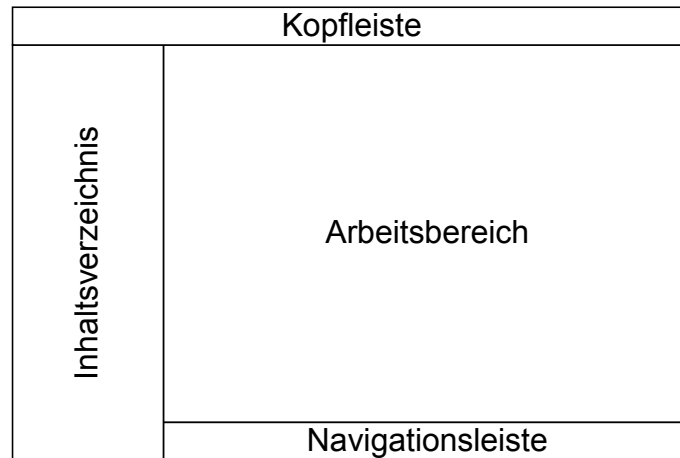


Abbildung 18: Empfohlene Bildschirmaufteilung für die Lernumgebung

3.8.2 Styleguide

Da die Lernumgebung in die IAS-Homepage eingebunden wird, ist der Styleguide dadurch bereits recht genau vorgegeben.

Die Kopfleiste entspricht der IAS-Kopfleiste und enthält zusätzlich die Bezeichnung der aktiven Einzelfunktion und evtl. die aktive Lerneinheit (siehe Abbildung 19).



Abbildung 19: Kopfleiste der Lernumgebung

Alle weiteren Vorgaben sind dem IAS-Styleguide zu entnehmen.

3.9 Navigationskonzept

3.9.1 Navigationsleiste

Die Navigationsleiste dient zum Auswählen der Einzelfunktionen und zum Aktivieren der Zusatzfunktionen. Um diese beiden Funktionen zu trennen ist sie zweigeteilt (siehe Abbildung 20).

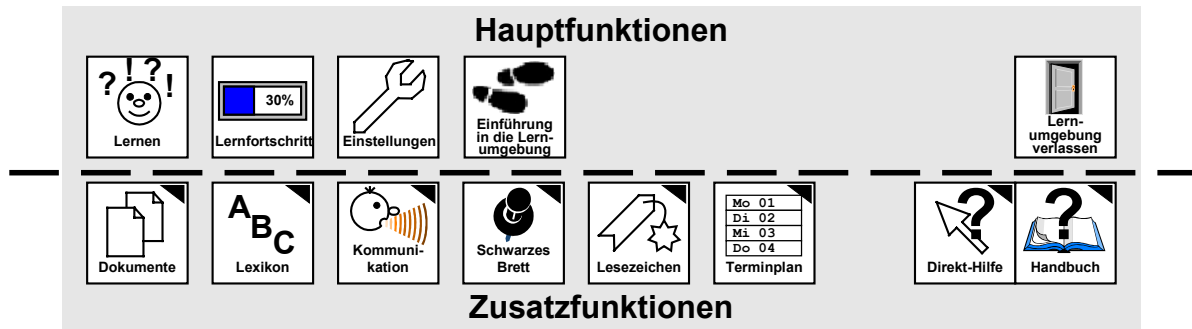


Abbildung 20: Die Zweiteilung der Navigationsleiste

Die Navigationsleiste kann – je nach vorhandenem Platz – zweizeilig oder einzeilig aufgebaut werden.

Zweizeilig:

Die Einzelfunktionen sind in der oberen Hälfte enthalten, da sie so direkt unterhalb des Arbeitsbereiches liegen, auf den sie sich beziehen. Die Zusatzfunktionen sind dementsprechend in der unteren Hälfte enthalten.

Einzeilig:

Die Einzelfunktionen sind auf der linken Seite angeordnet. Rechts daneben stehen dann die Zusatzfunktionen. Bei der einzeiligen Anordnung ist auf eine deutlich sichtbare Unterscheidung von Einzel- und Zusatzfunktionen zu achten.

3.9.1.1 Einzelfunktionen

Die Einzelfunktionen sind im Kontext zum Inhalt des Arbeitsbereichs zu sehen. Der Inhalt der oberen Hälfte der Navigationsleiste (in der zweizeiligen Ansicht) ändert sich daher dynamisch.

Im Folgenden sind die verschiedenen Einzelfunktionen – bezogen auf ihren Kontext – aufgeführt und ihre Funktion erläutert.

Willkommens-Seite:

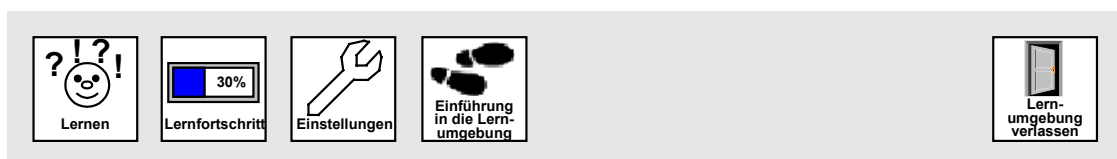


Abbildung 21: Die Einzelfunktionen der Willkommens-Seite

Die Willkommens-Seite wird dem Lernenden nach dem Starten der Lernumgebung angezeigt.

Lernen: Wechseln zur Seite auf der die Lerneinheit ausgewählt werden kann.

Lernfortschritt: Wechseln zur Lernfortschritts-Seite.

Einstellungen: Wechseln zur Einstellungen-Seite.

Einführung in die Lernumgebung: Wechseln zur Startseite der Einführung.

Lernumgebung verlassen: Wechseln zur Willkommens-Seite.

Lerneinheit:



Abbildung 22: Die Einzelfunktionen während des Auswählens einer Lerneinheit

Tutorium: Wechseln zur Startseite des Tutoriums. Dieses Icon ist nur aktiv, wenn die gewählte Lerneinheit als Tutorium durchgeführt werden kann.

Bibliothek: Wechseln zur Startseite der Bibliothek. Dieses Icon ist nur aktiv, wenn die gewählte Lerneinheit in der Bibliothek bearbeitet werden kann.

Praktikum: Wechseln zur Startseite der Praktikumsversuche. Dieses Icon ist nur aktiv, wenn die Lerneinheit Praktikumsversuche enthält.

Lernzielkontrolle: Wechseln zur Startseite der Lernzielkontrolle. Dieses Icon ist nur aktiv, wenn die Lerneinheit eine Lernzielkontrolle enthält.

Auswahl verlassen: Wechseln zur Willkommens-Seite.

Tutorium:

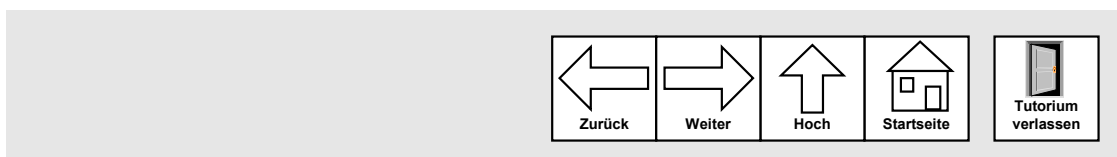


Abbildung 23: Die Einzelfunktionen während des Lernens im Tutorium

Zurück: Wechseln zur vorhergehenden Seite des Tutoriums. Wenn keine solche existiert, ist das Icon inaktiv.

Weiter: Wechseln zur nächsten Seite des Tutoriums. Wenn keine solche existiert, ist das Icon inaktiv.

Hoch: Wechselt zur übergeordneten Ebene der augenblicklich angezeigten Information und Aufgabe im Inhaltsverzeichnis. Existiert keine höhere Ebene, so ist das Icon inaktiv.

Startseite: Wechselt zur Startseite des Tutoriums.

Tutorium verlassen: Die Seite zum Auswählen einer Lerneinheit wird angezeigt.

Bibliothek:

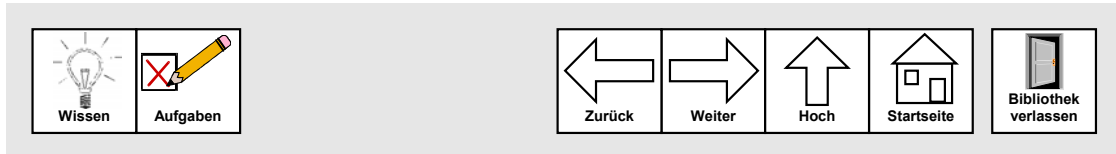


Abbildung 24: Die Einzelfunktionen während des Lernens in der Bibliothek

Wissen: Die Übersichts-Seite mit den verfügbaren Informationen der Lerneinheit wird angezeigt.

Aufgaben: Die Übersichts-Seite mit den verfügbaren Aufgaben der Lerneinheit wird angezeigt.

Zurück: Wechseln zur zuletzt angezeigten Information oder Aufgabe. Wenn keine solche existiert, ist das Icon inaktiv.

Weiter: Wechseln zu der Information oder Aufgabe, die vor dem Betätigen des Zurück-Icons angezeigt wurde. Wenn keine solche existiert, ist das Icon inaktiv.

Hoch: Wechselt zur übergeordneten Ebene der augenblicklich angezeigten Information oder Aufgabe im Inhaltsverzeichnis. Existiert keine höhere Ebene, so ist das Icon inaktiv.

Startseite: Wechselt zur Startseite der Bibliothek.

Bibliothek verlassen: Die Seite zum Auswählen einer Lerneinheit wird angezeigt.

Lernfortschritt:

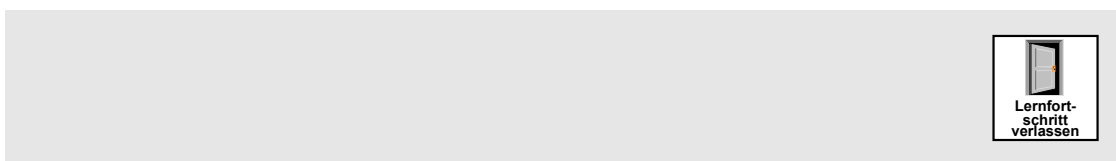


Abbildung 25: Die Einzelfunktionen der Lernfortschritts-Anzeige

Lernfortschritt verlassen: Die Willkommens-Seite wird angezeigt.

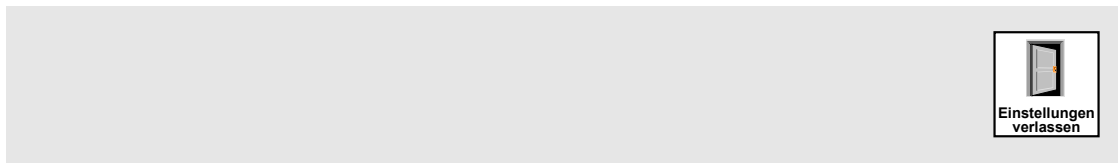
Einstellungen:

Abbildung 26: Die Einzelfunktionen der Einstellungen

Einstellungen verlassen: Die Willkommens-Seite wird angezeigt.

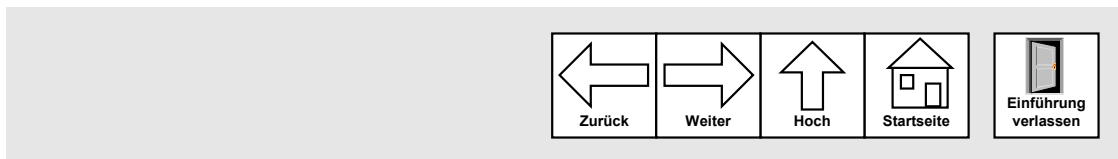
Einführung in die Lernumgebung:

Abbildung 27: Die Einzelfunktionen bei der Einführung in die Lernumgebung

Zurück: Wechseln zur zuletzt angezeigten Information oder Aufgabe. Wenn keine solche existiert, ist das Icon inaktiv.

Weiter: Wechseln zu der Information oder Aufgabe, die vor dem Betätigen des Zurück-Icons angezeigt wurde. Wenn keine solche existiert, ist das Icon inaktiv.

Hoch: Wechselt zur übergeordneten Ebene der augenblicklichen Position in der Einführung. Existiert keine höhere Ebene, so ist das Icon inaktiv.

Startseite: Wechselt zur Startseite der Einführung.

Einführung verlassen: Die Willkommens-Seite wird angezeigt.

3.9.1.2 Zusatzfunktionen

Abbildung 28: Die Zusatzfunktionen in der Navigationsleiste

Dokumente: Zeigt das Fenster mit dem Dokumente-Pool an.

Lexikon: Zeigt das Fenster mit dem Lexikon an.

Kommunikation: Zeigt das Kommunikations-Fenster an.

Schwarzes Brett: Zeigt das Fenster mit dem schwarzen Brett an.

Lesezeichen: Zeigt das Fenster mit den Lesezeichen an.

Terminplan: Zeigt das Fenster mit dem Terminplan an.

Direkt-Hilfe: Zeigt das Fenster mit der kontext-sensitiven Hilfe an.

Handbuch: Zeigt das Fenster mit dem Handbuch an.

3.9.2 Inhaltsverzeichnis

Zusätzlich zur Navigationsleiste besteht noch – sofern es die aktuelle Einzelfunktion unterstützt – die Möglichkeit, mit Hilfe des Inhaltsverzeichnisses zu navigieren.

Durch Anwählen eines Punktes aus dem Inhaltsverzeichnis wird dabei der Arbeitsbereich mit dem entsprechenden Inhalt gefüllt.

Ein Inhaltsverzeichnis wird bei folgenden Einzelfunktionen dargestellt:

- **Auswählen einer Lerneinheit**: Alle verfügbaren Lerneinheiten werden angezeigt.
- **Tutorium**: Das Inhaltsverzeichnis enthält in der Lerneinheit vorhandene Elemente (Informationen, Aufgaben)
- **Bibliothek**: Je nach augenblicklich aktiver Funktion enthält das Inhaltsverzeichnis unterschiedliche Daten. Bei „Wissen“ werden die verfügbaren Informationen angezeigt und bei „Aufgaben“ die verfügbaren Aufgaben.
- **Praktikum**: Alle verfügbaren Praktikumsversuche werden angezeigt.
- **Lernzielkontrolle**: Alle verfügbaren Aufgaben werden angezeigt.
- **Einführung in die Lernumgebung**: Das Inhaltsverzeichnis entspricht dem des Tutoriums.

Die angegebenen Inhalte sollten nach Möglichkeit kombiniert werden. Enthält eine Lerneinheit z.B. ein Tutorium, eine Bibliothek und Praktikumsversuche, so sollten alle drei Inhalte in demselben Inhaltsverzeichnis kombiniert werden, um dem Lernenden eine Übersicht über die vorhandenen Möglichkeiten zu geben und um die Navigationswege zu verkürzen.

3.9.3 Hyperlinks

Eine weitere Navigationsmöglichkeit ist durch Hyperlinks gegeben. Hyperlinks sind Texte oder Grafiken in HTML-Seiten, die auf andere Informationen (meist wieder HTML-Seiten) verweisen. Durch Anwählen eines Hyperlinks wird man zu der verknüpften Information weitergeleitet.

Hyperlinks werden in der Lernumgebung an folgenden Stellen verwendet:

- **Inhaltsverzeichnis:** Im Inhaltsverzeichnis der Benutzungsoberfläche werden die Menüpunkte durch Hyperlinks realisiert. Ein Klick auf einen Menüpunkt stellt im Arbeitsbereich den gewünschten Inhalt dar.
- **Verweise auf das Lexikon:** In allen Arten von Informationen, Aufgaben und sonstigen Texten können Stichwörter, die im Lexikon vorhanden sind, durch Hyperlinks repräsentiert werden. Dadurch ist es möglich, diese Wörter schnell im Lexikon nachzuschlagen.
- **Vernetzung von Informationen und Aufgaben:** Die Informationen und Aufgaben in der Bibliothek enthalten einen Verweissbereich. Dieser Verweissbereich enthält Hyperlinks auf verwandte Themen und Aufgaben.

3.10 Kommunikationskonzept

Während der Lernende sich in der Lernumgebung aufhält, soll er die Möglichkeit haben, sich mit anderen Lernenden auszutauschen, dem Tutor Fragen zu stellen und er soll allgemein das Gefühl haben, nicht auf sich alleine gestellt zu sein. Wie dem Lernenden diese Möglichkeiten gegeben werden können, wird in den folgenden Abschnitten beschrieben.

3.10.1 Chat

Der Chat dient dazu, mit anderen Lernenden, dem Tutor und ggf. auch dem Techniker, der die Versuchsanlage betreut, zu diskutieren. Bei der Einrichtung von Channels im Chat ist die vermutete Anzahl der Lernenden zu berücksichtigen. Sind es sehr wenige Lernende, so sollte die Anzahl der Channels gering gehalten werden, damit die Chance größer ist, dass sich Lernende in diesen Channels treffen. Beispielsweise genügt dann ein Channel pro Tutorium. Ist die Anzahl der Lernenden recht groß, so sollte die Anzahl der Channels erhöht werden, um eine „Überbevölkerung“ der Channels zu vermeiden. Eventuell könnte dann pro Lerneinheit ein Channel eingeführt werden.

Ein weiterer Channel sollte existieren, in dem die Lernenden sich unabhängig vom aktuell bearbeiteten Lernstoff treffen können, um sich über allgemeine Themen zu unterhalten. Beispiele für solche Channels wären z.B. „Café“ oder „Aufenthaltsraum“.

3.10.2 Schwarzes Brett

Am schwarzen Brett können Lernende, Tutoren und Techniker allgemeine Bekanntmachungen anheften. Beispielsweise wenn sie Reservierungen für die Versuchsanlage tauschen wollen, oder wenn ein Praktikumsversuch wegen Wartungsarbeiten außer Betrieb ist.

3.10.3 Gruppen und Messaging-System

Lernende können zu Gruppen zusammengefasst werden, wobei jeder Lernende dann die Adressen der anderen Lernenden der Gruppe kennt. Eine Möglichkeit dafür besteht darin, Gruppen für Studenten desselben Semesters zu erstellen. Auf diese Art ist es Lernenden möglich, sich in Lerngruppen zu organisieren und Terminabsprachen durchführen.

Die Adressen können E-Mail-Adressen darstellen, oder sich auf ein lernumgebungsinternes Messagin-System beziehen.

Jeder Tutor hat somit Zugriff auf eine Gruppe der von ihm betreuten Lernenden. Dadurch kann er neben direktem Kontakt zu einem Lernenden auch Bekanntmachungen an die ganze Gruppe schicken, z.B. wann er wieder zu einer Sprechstunde im Chat zur Verfügung steht.

3.11 Funktionelles Konzept

Das funktionelle Konzept beschreibt, in welchen Strukturen die Daten gespeichert werden können und wie die Lernumgebung zweckmäßig in Systemkomponenten aufgeteilt wird.

Zum einfacheren Verständnis wird im Folgenden der Begriff „Tutorium“ verwendet, auch wenn „Tutorium bzw. Bibliothek“ gemeint ist. Der Grund ist, dass diese nur zwei unterschiedliche Sichten auf die gleichen Daten darstellen. Außerdem unterscheidet sich die interne Struktur nur im Detail.

3.11.1 Knoten

Die zu konzipierende Lernumgebung basiert auf Hypermedia und besteht somit aus einer Anzahl von Knoten, die mehr oder weniger untereinander über Hyperlinks verbunden sind. Die Knoten unterscheiden sich in Bezug ihrer Funktionalität (vgl. Mayer .[1999] S.66ff).

Es existieren

- **Inhaltsknoten (Ik)**, die Inhalte speichern: Informationsknoten (IfK), Aufgabenknoten (Ak), Versuchsknoten (Vk), Lernzielkontrollknoten (Lkk) und Handbuchseiteknoten (Hsk) Stichwortknoten (Sk) und Dokumentknoten (Dok),
- **Modulknoten (Mk)**, die Inhaltsknoten zu Lernmodulen zusammenfassen: Tutoriumknoten (Tk), Bibliotheksknoten (Bk) und Praktikumsknoten (Pk), sowie
- **Containerknoten (Ck)**, die andere Knoten gruppieren und – im Gegensatz zu Modulknoten – hierarchisch ordnen können: Lerneinheitknoten (Lk), Handbuchknoten (Hk), Lexikonknoten (Lxk) und Dokumentepoolknoten (Dpk).

In Abbildung 29 sind diese Knoten und ihre Hierarchie dargestellt.

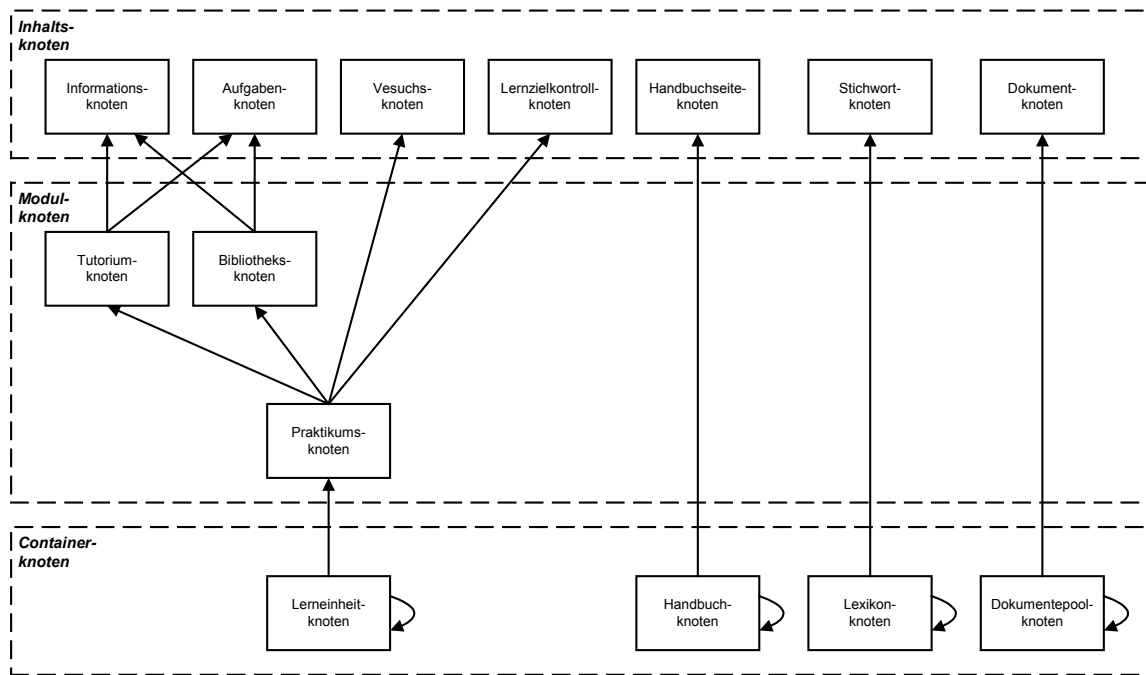


Abbildung 29: Übersicht über die Knoten-Typen der Lernumgebung

Die Lerneinheitknoten bilden eine Hierarchie über die Praktikums-knoten. Z.B. könnte die oberste Ebene der Studiengang sein und die zweite Ebene die Vorlesung. Darunter sind dann die Praktika angeordnet. Das Tutorium und die Bibliothek repräsentieren nun die beiden Lernstile, indem sie Informationen und Aufgaben auf unterschiedliche Weise einem Praktikum zuordnen. Das Tutorium enthält dabei eine **Liste** von Informationen und Aufgaben, die Bibliothek hingegen enthält eine **Menge** von Informationen und Aufgaben. Es muss sich dabei nicht um dieselben Informationen und Aufgaben handeln. Die Lerneinheit enthält zusätzlich noch das Praktikum und die Lernzielkontrolle.

Das Handbuch enthält eine Folge von Handbuch-Seiten, das Lexikon besteht aus einer Menge von Stichwörtern und der Dokumente-Pool enthält eine Menge von Dokumenten.

Die Containerknoten können – zusätzlich zu anderen Knoten – sich selbst beinhalten. Dadurch ist eine hierarchische Anordnung von Containerknoten möglich, wie bei den Lerneinheitknoten bereits beispielhaft erläutert wurde.

In Abbildung 30 ist beispielhaft ein Ausschnitt aus der Knotenmenge des Praktikums „Grundlagen der Semaphoren“ dargestellt. Eine Information daraus enthält eine Beschreibung über Deadlocks. In der zugehörigen Aufgabe wird eine Straßenkreuzung mit ankommenden Autos gezeigt, wobei der Lernende entscheiden muss, ob ein Deadlock vorliegt oder nicht. Der Praktikumsversuch wird auf einer Eisenbahnanlage durchgeführt. Der Lernende muss dabei die Züge mit Hilfe von Semaphoren steuern. Der Lerneinheitknoten gibt schließlich noch an, dass das Praktikum eines aus der Vorlesung Automatisierungstechnik ist.

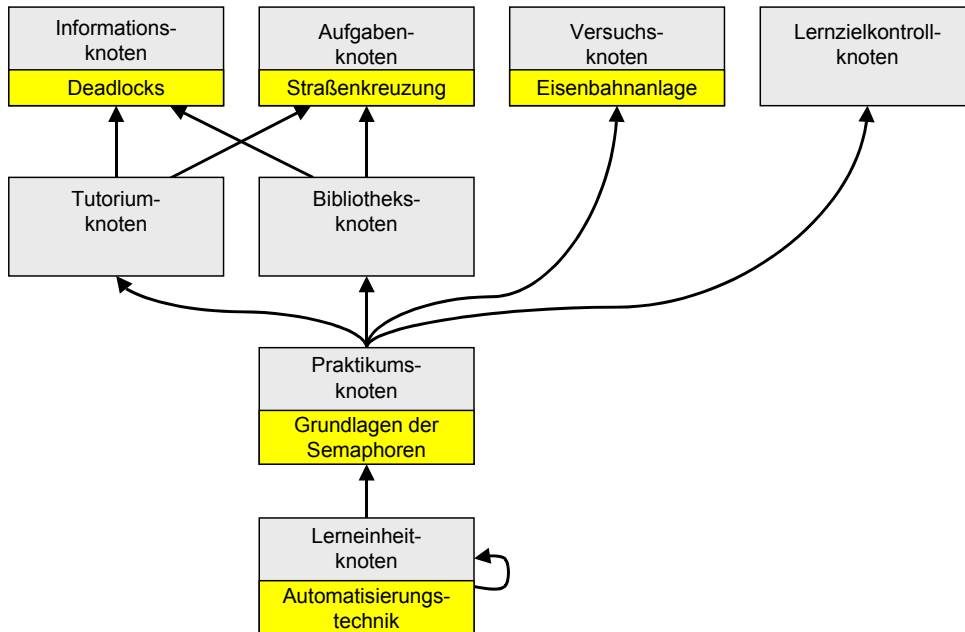


Abbildung 30: Knoten des Praktikums „Grundlagen der Semaphoren“

3.11.2 Software-Systemkomponenten

Die Lernumgebung stellt dem Lernenden verschiedene Systemkomponenten zur Verfügung, die zum großen Teil den Einzel- und Zusatzfunktionen entsprechen. In Abbildung 31 sind diese Funktionen dargestellt.

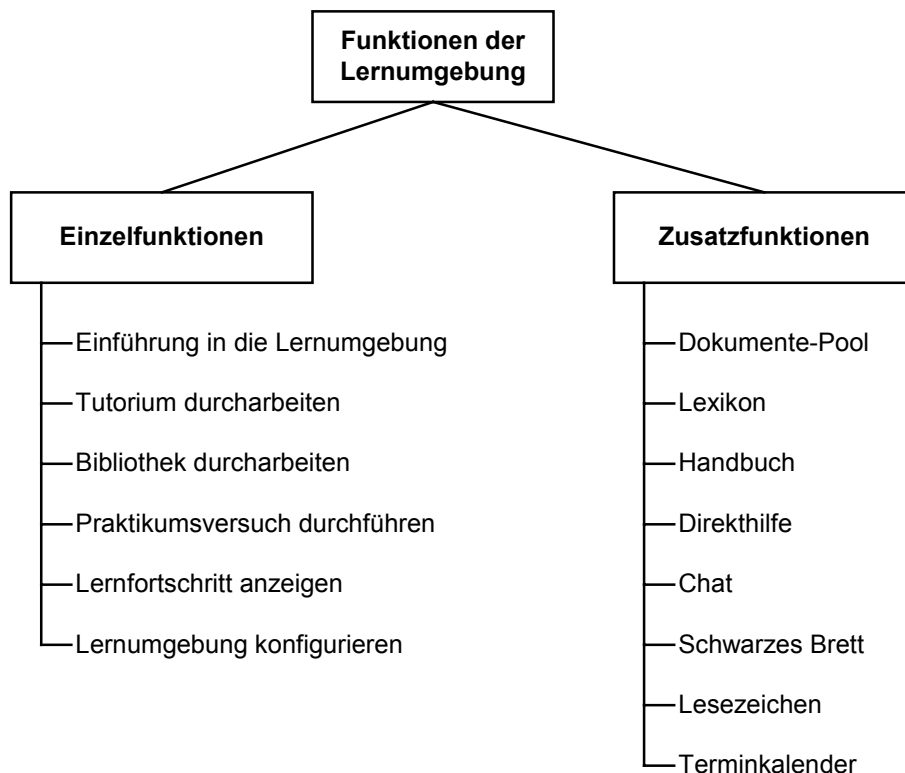


Abbildung 31: Übersicht über die Funktionen der Lernumgebung

Mit **Einzelfunktionen** werden Funktionen bezeichnet, die im Arbeitsbereich der Lernumgebung ausgeführt werden. Von ihnen kann zu einem Zeitpunkt nur immer eine aktiv sein. Im Gegensatz dazu werden **Zusatzfunktionen** in einem zusätzlichen Fenster geöffnet, und sie können auch parallel ausgeführt werden.

Zusätzlich zu den Systemkomponenten dieser Funktionen kommen noch die beiden Systemkomponenten „Anmeldung“ und „Willkommens-Seite“ hinzu, die bereits in Anspruch genommen werden, bevor der Benutzer andere Funktionen aufrufen kann. Wie diese Systemkomponenten vom Lernenden aufgerufen werden, ist im Folgenden jeweils beschrieben.

3.11.2.1 Anmeldung

Die Systemkomponente „Anmeldung“ übernimmt die Authentifizierung des Lernenden. Dazu gibt der Lernende seine Benutzerkennung und sein Passwort ein, und die Authentifizierung überprüft, ob diese Daten in der Benutzerdatenbank vorhanden sind.

3.11.2.2 Willkommens-Seite

Mit der Willkommens-Seite wird der Lernende nach erfolgreicher Anmeldung begrüßt. Diese Systemkomponente übernimmt es, die Willkommens-Seite individuell zu gestalten.

Dies bedeutet im Detail:

- Nur beim ersten Aufruf werden Begrüßungstexte angezeigt.
- Wenn der Lernende sich noch nicht mehr als fünfmal angemeldet hat und er die Einführung in die Lernumgebung noch nicht durchgearbeitet hat, wird ihm das nahe gelegt.
- Hat der Lernende bereits angefangen Tutorien zu bearbeiten oder in der Bibliothek zu stöbern, so werden Links bereitgestellt, um das Lernen an diesen Stellen fortzusetzen.
- Wenn die Lernumgebung ein Messaging-System enthält, werden dem Lernenden neue Nachrichten angezeigt, oder er wird – wenn das übersichtlicher ist – darauf aufmerksam gemacht, dass neue Nachrichten vorliegen.
- Sind in nächster Zeit Termine im Terminkalender eingetragen, z.B. der Termin für ein Gespräch mit dem Tutor, so wird der Lernende daran erinnert.

3.11.2.3 Dokumente-Pool

Der Dokumente-Pool enthält Ausarbeitungen und sonstige Dokumente, die die Lernenden entweder im Rahmen einer Aufgabe oder aus Eigeninitiative in diesen Pool gestellt haben.

Der Dokumente-Pool wird durch Betätigen des Dokumente-Buttons in der Navigationsleiste geöffnet.

In einem neuen Fenster werden die Überschriften der Dokumente sowie eine kurze Beschreibung über den Inhalt angezeigt. Außerdem werden Funktionen bereitgestellt, um Dokumente in den Pool zu stellen, zu überschreiben und wieder zu löschen. Das Recht Dokumente zu überschreiben oder zu löschen haben nur der Autor und der Tutor.

3.11.2.4 Praktikum

Das Tutorium enthält eine festgelegte Folge von Informationen und Aufgaben. Entsprechend existieren für diese Einheiten Datenstrukturen (vgl. Abbildung 32).

Die Informations- und Aufgabenknoten enthalten die darzustellenden und zu lösenden Inhalte. Die Tutoriums- und Bibliotheksknoten enthalten Verweise auf die entsprechenden Informations- und Aufgabenknoten. Es muss sich dabei aber nicht um dieselben Knoten handeln. Der Tutoriumsknoten speichert die Reihenfolge, der Bibliotheksknoten nur eine Menge der referenzierten Knoten.

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Informationsknoten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name der Information - Inhalt - Verwandte Informations- und Aufgabenknoten | <p style="text-align: center;">Aufgabenknoten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name der Aufgabe - Aufgabenstellung - Lösung - Verwandte Informations- und Aufgabenknoten |
| <p style="text-align: center;">Tutoriumsknoten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name des Tutoriums - Liste von Informations- und Aufgabenknoten - Menge verwendeter Lexika | <p style="text-align: center;">Bibliotheksknoten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name der Bibliothek - Menge von Informations- und Aufgabenknoten - Menge verwendeter Lexika |

Abbildung 32: Inhalt der Informations-, Aufgaben-, Tutoriums- und Bibliotheksknoten

Weitere Informationsknoten sind Versuchsknoten und Lernzielkontrollknoten (vgl. Abbildung 33).

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Versuchsknoten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name des Versuchs Handbuch - Hilfe - Sonstige Infos, wie z.B. die URL zur Versuchsanlage | <p style="text-align: center;">Lernzielkontrollknoten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Name der Aufgabe - Aufgabenstellung - Lösung |
|--|---|

Abbildung 33: Inhalte der Versuchs- und Lernzielkontrollknoten

Der Versuchsknoten enthält alle Informationen, die zur Durchführung eines Praktikumsversuchs notwendig sind. Da der Praktikumsversuch im Normalfall auf einem anderen Server ausgeführt wird und somit die Daten auf diesem Server liegen, enthält der Versuchsknoten nur Beschreibungen, wo diese Daten zu finden sind. Der Lernzielkontrollknoten entspricht einem Aufgabenknoten ohne Verweise auf Verwandte Informations- und Aufgabenknoten.

Ein Praktikum enthält schließlich Verweise auf die zwei Sichten (Tutorium und Bibliothek) der Lerninhalte, sowie den Praktikumsversuch und evtl. die Lernzielkontrolle (vgl. Abbildung 34).

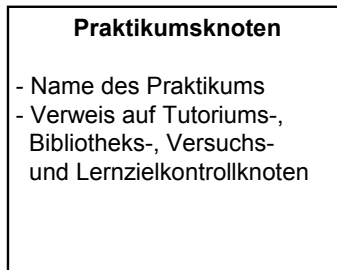


Abbildung 34: Inhalt eines Praktikumsknotens

3.11.2.5 Lexikon

Das Lexikon dient als Nachschlagewerk für die Fachbegriffe. Üblicherweise sind dies Fachbegriffe aus einem Tutorium, das gerade bearbeitet wird.

Zu jedem Tutorium kann angegeben werden, welche Lexika es enthält. Jedes Lexikon wird durch einen Lexikon-Knoten repräsentiert, der eine Menge von Stichwort-Knoten enthält (vgl. Abbildung 35).

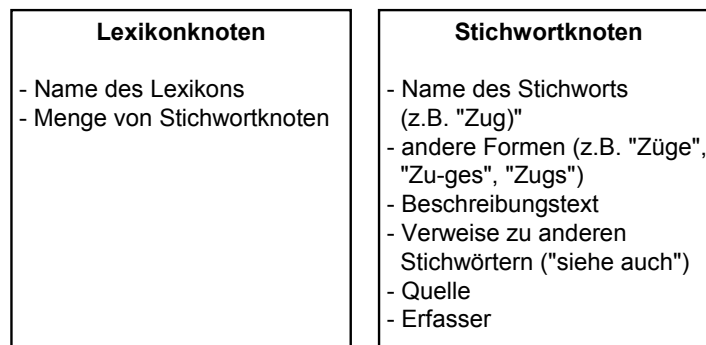


Abbildung 35: Inhalt der Lexikon- und Stichwort-Knoten

Enthält ein Tutorium mehrere Lexika, so werden alle Lexikon-Knoten dieser Lexika zusammen in ein neues Lexikon aufgenommen. Der Lernende hat also den Eindruck, es handle sich um ein einziges Lexikon.

Es gibt zwei Möglichkeiten wie der Lernende das Lexikon aufrufen kann:

- Durch Betätigen des Lexikon-Buttons in der Navigationsleiste. Befindet sich der Lernende gerade *nicht* in einem Tutorium, so werden ihm alle verfügbaren Lexika angezeigt, aus denen er sich die gewünschten auswählen kann. Befindet sich der Lernende gerade in einem Tutorium, so werden die dem Tutorium dazugehörigen Lexika automatisch ausgewählt und können auch nicht abgewählt werden. Der Lernende kann jedoch zusätzliche Lexika auswählen. Anschließend werden in dem neuen Fenster die Stichwörter der gewählten Lexika angezeigt.
- Durch Betätigen eines Links, der ein Stichwort darstellt, in einem Tutorium. Es wird ein neues Fenster geöffnet, in dem die Beschreibung des Stichworts dargestellt wird.

Besteht ein Lexikon aus vielen Begriffen, so ist es vorteilhaft, nicht alle vorhandenen Stichwörter auf einmal anzuzeigen, sondern erst den Anfangsbuchstaben wählen zu lassen und dann die dazugehörigen Stichwörter anzuzeigen.

Wie in Abbildung 35 zu sehen ist, können im Stichwort-Knoten zusätzlich zu dem Stichwort noch mögliche andere Formen des Wortes angegeben werden. Beispielsweise können für das Wort „Haus“ die anderen Formen „(die) Häuser“ und „(des) Hauses“ angegeben werden. Dies ermöglicht es, **automatisch Querverweise** zu erzeugen, indem ein Text nach dem Stichwort oder den anderen Formen durchsucht wird und das gefundene Wort dann auf das Stichwort im Lexikon verweist. Ebenso können die Querverweise innerhalb des Lexikons automatisch erzeugt werden.

3.11.2.6 Kommunikation

Diese Systemkomponente ermöglicht die Kommunikation des Lernenden mit dem Tutor, mit anderen Lernenden und mit dem Techniker der Versuchsanlage.

Sie stellt folgende Kommunikationsmöglichkeiten zur Verfügung:

Chat-Komponente:

Lernende, Tutoren und Techniker können sich hier, wie von IRC her bekannt, unterhalten. Daher sollte diese Komponente die üblichen Features unterstützen, wie z.B. Nicknames, vordefinierte und frei definierbare Channels, öffentliche und private (passwortgeschützte) Channels, öffentliche und private Kommunikation („flüstern“), und Administration der Benutzer.

Messaging-System:

Hier können Lernende untereinander und Tutoren den Lernenden Botschaften schicken, die sie angezeigt bekommen, wenn sie sich in der Lernumgebung befinden oder sich gerade erst angemeldet haben.

Schwarzes Brett:

Lernende, Tutoren und Techniker können hier Nachrichten anpinnen, die wiederum alle einsehen können.

3.11.2.7 Lernfortschritt

In der Systemkomponente „Lernfortschritt“ bekommt der Lernende einen Überblick über bereits bearbeitete Tutorien und Praktika mit den darin enthaltenen Aufgaben und Praktikumsversuchen.

Zu Elementen, die der Lernende bereits bearbeitet hat, können die erzielten Ergebnisse angezeigt werden, z.B. wie viel Prozent der Aufgaben in der Lernzielkontrolle richtig beantwortet wurden.

Bei noch nicht – oder nur teilweise – bearbeiteten Tutorien und Praktikumsversuchen ist es nützlich, eine Möglichkeit zu bieten, z.B. das Tutorium an der zuletzt bearbeiteten Stelle fortzusetzen. Beispielsweise durch einen Link der auf die entsprechende Seite im Tutorium zeigt.

3.11.2.8 Einstellungen

In den Einstellungen der Lernumgebung kann der Lernende die Parameter der Lernumgebung ändern und sie so seinen Bedürfnissen anpassen.

Aufgerufen werden die Einstellungen durch das Betätigen des Einstellungen-Buttons in der Navigationsleiste.

Folgende Einstellungen sind denkbar:

- Benutzername (Vor- und Nachname) und Passwort
- E-Mail-Adresse
- Evtl. Universität und Matrikelnummer
- Bild das im Chat angezeigt wird
- Farben der Lernumgebung

3.11.2.9 Betreuung

Die bisherige Konzeption beschrieb die Lernumgebung hauptsächlich aus der Sicht des Lernenden. Für die Betreuung des Lernenden benötigen Administratoren, Tutoren und Techniker jedoch noch weitere Funktionen, um Benutzer zu verwalten, Ergebnisse der Lernenden zu verwalten und den Zugriff auf die Versuchsanlage regeln zu können.

Benutzerverwaltung:

Lernende und Tutoren, die die Lernumgebung verwenden, müssen in der Datenbank angelegt, editiert und wieder entfernt werden können. Dem Administrator sind dazu die entsprechenden Funktionen bereitzustellen. Das Editieren der Benutzerdaten kann der Lernende in eingeschränktem Maße auch selbst vornehmen (vgl. Abschnitt 3.11.2.8 „Einstellungen“).

Ergebnisverwaltung:

Um einen Überblick über den Lernfortschritt der Lernenden zu bekommen, und um ihnen an den ihnen Schwierigkeiten bereitenden Stellen weiterhelfen zu können, benötigt der Tutor eine Ergebnisverwaltung. Hier kann er sehen, ob die Lernenden die gestellten Aufgaben bereits gelöst haben, und wenn „ja“, wie erfolgreich. Diese Übersicht dient – sofern gefordert – auch dazu, die Lernenden am Ende des Praktikums zu benoten.

Zugriff auf die Versuchsanlage:

Bei Wartungsarbeiten oder zur Fehlerbeseitigung muss die Versuchsanlage vorübergehend für den Zugriff der Lernenden gesperrt werden. Dazu benötigt der Techniker eine Möglichkeit zum Sperren und Freigeben der Versuchsanlage. Die Lernenden sollten dabei – nach Möglichkeit automatisch – über die Verfügbarkeit der Versuchsanlage informiert werden.

4 Der Prototyp

Im Rahmen der Diplomarbeit wurde ein Prototyp entwickelt, bei dem die Ablaufsteuerung implementiert wurde. Im Folgenden soll anhand von Screenshots ein Eindruck des Ergebnisses vermittelt werden.

Wird die URL der Lernumgebung von einem Browser aus aufgerufen, so wird der Lernende zu der Seite geleitet, bei der er sich an der Lernumgebung anmelden kann (siehe Abbildung 36).

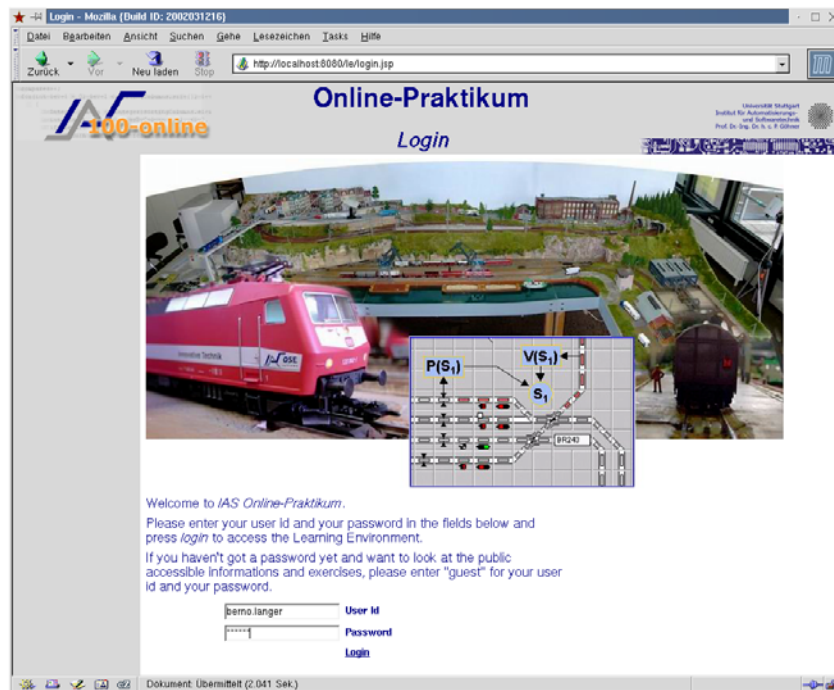


Abbildung 36: Der Login-Screen

Hat er noch kein Passwort erhalten, so kann er sich als Gast anmelden um einen ersten Eindruck der Lernumgebung zu bekommen. Ansonsten gibt der Lernende seine Benutzerkennung und sein Passwort ein, klickt auf den „Login“-Link und wird zur Willkommens-Seite weitergeleitet (siehe Abbildung 37).

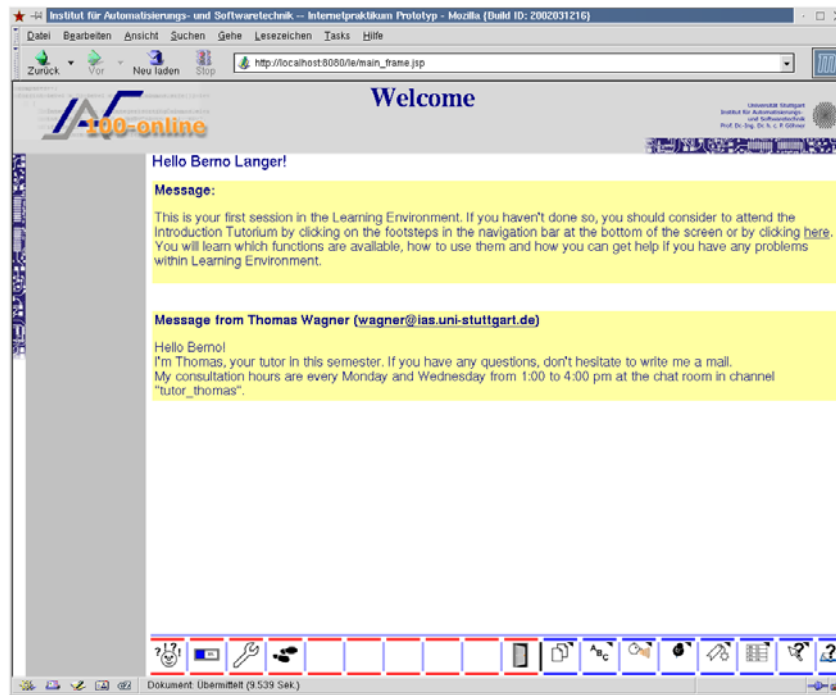


Abbildung 37: Die Willkommens-Seite

Hier werden ihm nun die Botschaften angezeigt, die seit seiner letzten Sitzung eingegangen sind. Da dies die erste Sitzung des Lernenden ist, werden ihm zwei Begrüßungs-Botschaften angezeigt. Die untere stammt vom Tutor, der hier seine Sprechstunde bekannt gibt, und die obere ist eine automatisch generierte Botschaft, die dem Lernenden nahe legt, die Einführung in die Lernumgebung durchzuarbeiten.

Entscheidet sich der Lernende für die Einführung in die Lernumgebung, so klickt er entweder auf den Link in der oberen Botschaft oder auf das Symbol mit den Fußabdrücken in der Navigationsleiste.

Ein Ausschnitt aus der Einführung ist in Abbildung 38 zu sehen. Das Inhaltsverzeichnis enthält nur die Seiten des Einführungs-Tutoriums. Dadurch bleibt es übersichtlich.

Auf der Seite, die in der Abbildung gerade zu sehen ist, wird die Navigationsleiste erklärt.

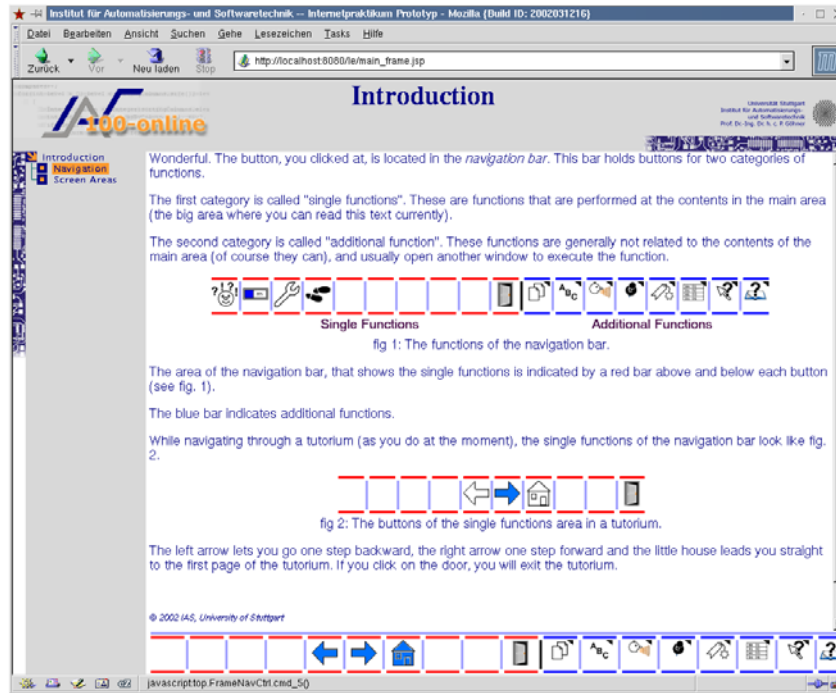


Abbildung 38: Einführung in die Lernumgebung

Hat der Lernende das Einführungs-Tutorium durchgearbeitet, so klickt er auf das Tür-Symbol in der Navigationsleiste, und die bereits bekannte Willkommens-Seite aus Abbildung 37 wird wieder angezeigt.

Um nun mit dem eigentlichen Lernen und dem Praktikumsversuch beginnen zu können, muss der Lernende zuerst eine Lerneinheit auswählen. Dazu klickt er auf den linken Button in der Navigationsleiste, auf dem ein Lernender mit Fragezeichen und Ausrufezeichen abgebildet ist.

In Abbildung 39 ist nun zu sehen, wie die Lerneinheit ausgewählt werden kann. Dazu selektiert der Lernende sie im Inhaltsverzeichnis und bekommt ihre Beschreibung im Arbeitsbereich angezeigt. In der Kopfleiste wird der Name der selektierten Lerneinheit noch einmal angezeigt, da er aufgrund des begrenzten Platzes im Inhaltsverzeichnis meist abgeschnitten wird.

Hat der Lernende sich entschieden, so betätigt er den „Wählen“-Button in der Navigationsleiste und wird zur Startseite der Lerneinheit geleitet (siehe Abbildung 40).

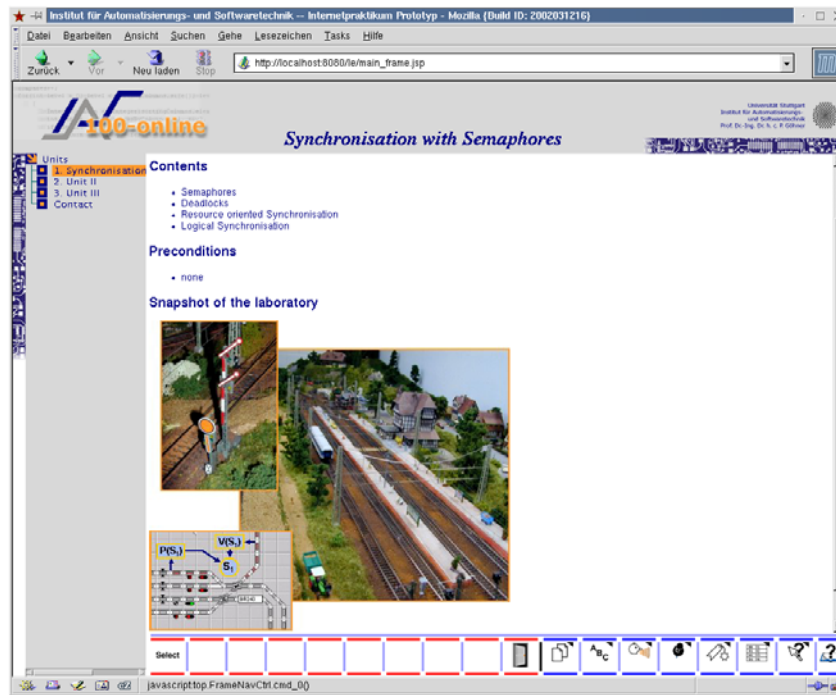


Abbildung 39: Auswählen einer Lerneinheit

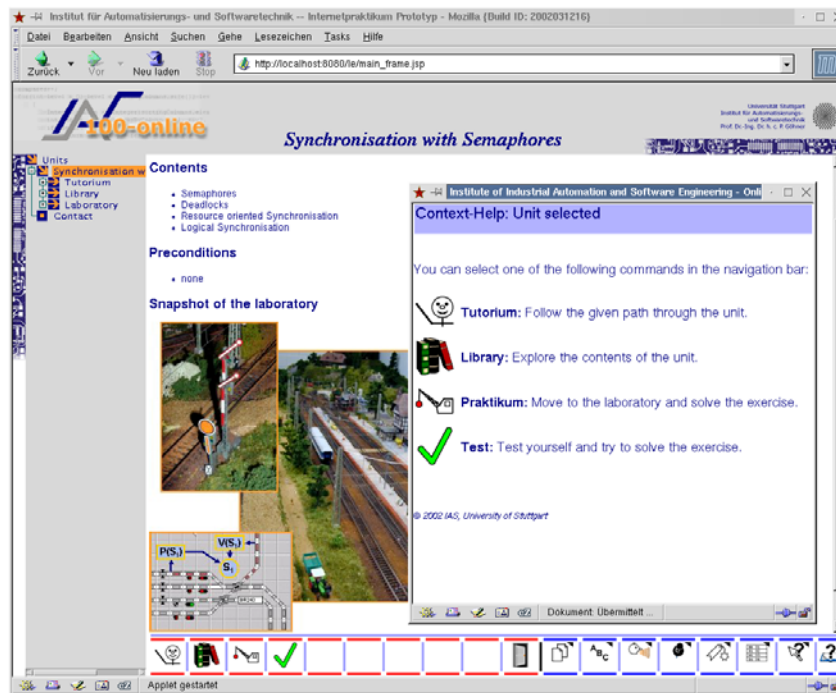


Abbildung 40: Die Kontext-Hilfe, nachdem eine Lerneinheit gewählt wurde.

In der Kopfzeile bleibt der Name der Lerneinheit erhalten. Aus dem Inhaltsverzeichnis werden alle anderen Lerneinheiten entfernt, und der Menüpunkt mit der gewählten Lerneinheit wird mit ihrem Inhalt gefüllt. Dies soll wieder dazu dienen, das Inhaltsverzeichnis möglichst klein zu halten und somit die Orientierung zu erleichtern, ohne dabei aber auf die der Lerneinheit übergeordneten Menüpunkte zu verzichten.

In der Navigationsleiste kann nun zwischen Tutorium, Bibliothek, Praktikumsversuch und Lernzielkontrolle gewählt werden. Kann sich der Lernende nicht mehr an die Bedeutung der Buttons erinnern, so klickt er auf die Kontext-Hilfe (2. Button von rechts) und bekommt so deren Bedeutung angezeigt.

Der Lernende entscheidet sich für das Tutorium, klickt auf das Tutor-Symbol und kommt so zur Startseite des Tutoriums.

In Abbildung 41 ist eine Seite des Tutoriums zu sehen.

The screenshot shows a Mozilla browser window displaying a tutorial page from the 'Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik'. The page title is 'Tutorium' and the main heading is 'Synchronisation with Semaphores'. The content includes an introduction to real-time programming and a detailed explanation of deadlock situations. A diagram shows two processes, A and B, each holding one of two shared resources, X and Y, and requesting the other, leading to a deadlock. Below the diagram, there is an example of task dependencies and a navigation bar with buttons for 'Task MEASUREMENTS' and 'Task PROCESS SUPERVISION'.

Abbildung 41: Eine Seite im Tutorium "Synchronisation with Semaphores"

Die Navigation innerhalb des Tutoriums kann nun entweder durch Selektieren des Menüpunkts im Inhaltsverzeichnis oder durch Blättern mit Hilfe der Navigationsleiste geschehen.

Ist der Lernende der Meinung, dass er den Inhalt des Tutoriums verstanden hat, so wechselt er durch Anklicken des Menüpunkts „Laboratory“ zum Labor und damit zur Versuchsdurchführung.

Nach dem Durchlesen der Aufgabenbeschreibung, kann der Lernende mit der Lösung der Aufgabe beginnen. In Abbildung 42 ist der Lösungseditor zu sehen⁴.

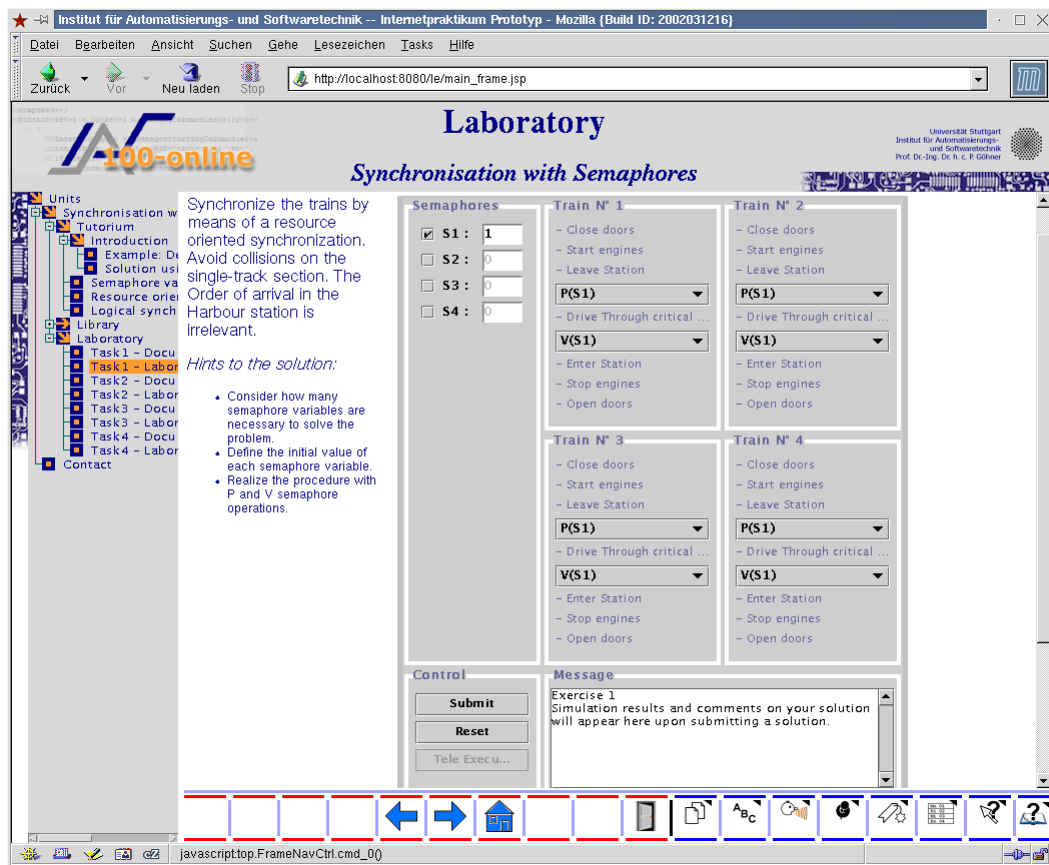


Abbildung 42: Der Lösungseditor des Praktikumsversuchs.

Hier gibt der Lernende nun seine Lösung ein, prüft sie auf Korrektheit durch Betätigen des Submit-Buttons, und kann sie anschließend – vorausgesetzt sie ist korrekt – durch Betätigen von „Tele Execution“ auf der Versuchsanlage ausführen.

Nach der Versuchsdurchführung kann der Lernende die Lerneinheit durch Betätigen des Tür-Symbols beenden.

⁴ Der Lösungseditor, die Lösungsprüfung und die Tele-Ausführung auf der Versuchsanlage waren nicht Bestandteil des Prototyps dieser Diplomarbeit und wurde im Rahmen einer parallel laufenden Studienarbeit von Herrn Hisham Mubarek erstellt [Mubarek 2002].

5 Zusammenfassung und Ausblick

Viele der heutigen Berufe erfordern eine ständige Fortbildung und somit ein lebenslanges Lernen. Einhergehend mit der steigenden Zahl an verfügbaren Internet-Zugängen wird das Online-Lernen für immer mehr Lernende interessant. Da in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung Praktikumsversuche eine wichtige Rolle spielen, liegt es nahe, diese Praktikumsversuche ebenfalls online durchzuführen. Durch die Ferndurchführung von Versuchen können die zeitlichen und räumlichen Einschränkungen bestehender Versuche überwunden und ein breiteres Lehrangebot bei Praktika und Experimenten geschaffen werden. Durch den freien und spielerischen Grundcharakter eines Online-Praktikumsversuchs kann auch eine zusätzliche Motivation der Studierenden erreicht werden. Allerdings sind auch neue Randbedingungen, die durch das Fehlen des gewohnten sozialen Umfelds und direkter Ansprechpartner entstehen, zu berücksichtigen. In dieser Diplomarbeit wurde nun ein Konzept erarbeitet, das die didaktisch sinnvolle Durchführung von Online-Praktikumsversuchen durch die Integration in eine telemediale Lernumgebung beschreibt.

Zur Erstellung des Konzeptes wurde ein mediendidaktischer Gestaltungsprozess durchgeführt. Dabei wurden bestehende Lernumgebungen zur Praktikumsdurchführung untersucht, Problemstellen ausfindig gemacht und Lösungsmöglichkeiten gesucht und beschrieben. Der Schwerpunkt lag dabei auf Problemen, die durch die Integration des Praktikumsversuchs in eine Lernumgebung entstehen, und deren Lösung.

Das Konzept umfasst die drei großen Teile: Technisches Konzept, Organisatorisches Konzept und Mediendidaktisches Konzept. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem mediendidaktischen Konzept. Dieses gliedert sich in die sieben Teilkonzepte: Inhaltskonzept, Konzept der Ablaufsteuerung, Hilfefkonzept, Gestaltungskonzept, Navigationskonzept, Kommunikationskonzept und funktionelles Konzept.

Während der Durchführung der Diplomarbeit wurde eine Reihe von Erkenntnissen gewonnen: Viele Praktikumsversuche können noch nicht als Online-Praktikum realisiert werden. Dies hat vor allem technische Gründe. Dieser technische Aspekt einer Lernumgebung mit Online-Praktikumsversuch ist bereits in weiten Teilen erforscht und mit den heute verfügbaren Mitteln auch umsetzbar. Der didaktische und der organisatorische Aspekt einer Lernumgebung ist jedoch elementar wichtig. Dies wurde in der Vergangenheit oft unterschätzt. Eine weitere Erkenntnis ist, dass die Art des Praktikumsversuchs die organisatorischen Aspekte sehr stark beeinflusst.

Während der Diplomarbeit wurde ein Prototyp entwickelt, der das Konzept der Ablaufsteuerung, das Navigationskonzept und das Gestaltungskonzept umsetzt.

Für mögliche weitere Arbeiten in Bezug auf den Prototyp ist es erforderlich, die vorhandenen Systemkomponenten weiter zu entwickeln und die noch fehlenden Systemkomponenten zu vervollständigen. Anschließend wäre es wünschenswert, die Lernumgebung in einem Feldversuch zu evaluieren. Weiter ist es sinnvoll, zusätzliche Praktika und Lerneinheiten für die Lernumgebung zu erstellen. Die Ergebnisse können dann auch anderen Instituten und Universitäten zur Verfügung gestellt werden.

Literaturverzeichnis

- [Arsham 2002] **Arsham, Hossein:** *Students' Dropout – Causes and Prevention; a copy of an online speech. The Open and Distance Learning. UK, 2002*, erhältlich unter <http://www.ubmail.ubalt.edu/~harsham/dropout.html>
- [Boettcher 1999] **Boettcher, Judith V.:** *How Much Does It Cost to Develop a Distance Learning Course?:* 1999, erhältlich unter <http://www.cren.net/~jboettch/dlmay.htm>
- [Bruns 2002] **Bruns, Beate; Gajewski, Petra:** *Multimediales Lernen im Netz, Leitfaden für Entscheider und Planer* (3. vollst. überarb. Aufl.):Springer 2002
- [Gloor 1999] **Gloor, Peter:** *Der Konstruktivismus am Beispiel von Computeranwendungen* : 1999, erhältlich unter http://www.alte-kanti-aarau.ch/-unterr_material/download/konstruktivismus.zip
oder bei pgloor@swissonline.ch.
- [Hoyer 2001] **Hoyer, Helmut; Jochheim, Andreas; Röhrig, Christof:** *Anwendungsaufsatz „Teleoperation von Laborexperimenten“*, at – Automatisierungstechnik 8/2001, S. 344 – 352 (2001)
- [Kerres 2001] **Kerres, Michael:** *Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung*, 2. Aufl. : Oldenbourg 2001
- [Lynch 2001] **Lynch, Magie McVay:** *Effective Student Preparation for Online Learning:* 2001, erhältlich unter <http://www.su.edu/staff/alycan/facTR/Level3Docs/Ideas%20Files/Effective%20Student%20Preparation%20for%20Online%20Learning.htm>
- [Mayer 1999] **Mayer, Eugen:** *Entwicklung einer Aktiven Informationspräsentation „CAN-Bus“* (Diplomarbeit). Stuttgart : IAS 1999
- [Mubarek 2002] **Mubarek, Hisham:** *Implementierung eines Tele-Experiments für das Fachpraktikum Automatisierungstechnik* (Studienarbeit Nr. 1853). Stuttgart : IAS 2002
- [regtp 2001] **Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post:** *Jahresbericht 2001* : 2001, erhältlich unter <http://www.regtp.de/imperia/md/content/-aktuelles/sprechzettel2001.pdf>
- [Schnabel 2002] **Schnabel, Thilo:** *Realisierung einer interaktiven Annotationsverwaltung zur Kommunikation in einer web-basierten Lernapplikation* (Diplomarbeit Nr. 1840). Stuttgart : IAS 2002
- [zhwinfo 2002] **Zürcher Hochschule Winterthur:** *E-Learning an der ZHW. ZHW-Info 12 April, (2002)*, erhältlich unter <http://www.zhwin.ch/publikationen/-zhwinfo/pdf/zhwinfo12.pdf>