
Entwicklung eines Selbstlerntools für Gleisbildstellwerke

Development of a self-learner tool for Track Diagrams
Masterarbeit von Ibrahim Kizilirmak
Darmstadt, 24.02.2016



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachbereich Bau- und
Umweltingenieurwissenschaften

Fachgebiet Bahnsysteme
und Bahntechnik
Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting

Development of a self-learner tool for Track Diagrams

Masterarbeit

Eingereicht von Ibrahim Kizilirmak

Tag der Einreichung:

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting

Betreuer: Dipl.-Ing. Constanze Streitzig



Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Masterarbeit ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die aus den Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden. Diese Arbeit hat in dieser oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Darmstadt, den 24. Februar 2016

Ibrahim Kizilirmak

XXXXXX



Zusammenfassung

Das selbstgesteuerte Lernen hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Zudem fand in vielen Bereichen ein Perspektivenwechsel von Lehren zu Lernen statt. Durch Selbstlerntools und E-Learning wird dies verwirklicht. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen ungehinderten Zugang zu Wissen und Informationen. Die Entwicklung in diesem Bereich hat der Diskussion um selbstgesteuertes Lernen zusätzlichen Auftrieb verschafft, da Lernende mit diesen Technologien umgehen können müssen, d.h. Lernende müssen fähig sein, aktiv und selbständig nach relevanten Informationen zu suchen und diese auf dem Hintergrund der eigenen Vorkenntnisse kritisch zu bewerten und zu verwerten.

Auch im Eisenbahnbereich, wie in vielen anderen technischen Bereichen, sollen Selbstlerntools eingesetzt werden. Es gibt viele Simulationsprogramme und E-Learningtools, um den Studierenden und Auszubildenden das Lernen zu erleichtern. In Bereich Leit- und Sicherungstechnik, insbesondere Eisenbahnbetriebsfeld Darmstadt (EBD), forscht das Fachgebiet Bahnsysteme und Bahntechnik der Technische Universität Darmstadt zum Thema Selbstgesteuertes Lernen für Stellwerke. Ziel dieser Arbeit ist es, ein Konzept für ein Selbstlerntool für Gleisbildstellwerke zu entwickeln.

Im Betrieb gibt es verschiedene Gleisbildstellwerktypen und jeder hat ein anderes Funktionsprinzip. Als erstes wurden die Bauformen der Gleisbildstellwerke gesucht, damit wurden Gemeinsamkeiten und Unterschieden identifiziert, um ein modulares Tool aufzubauen. Nach der Charakterisierung der Bauformen wurden Möglichkeiten für eine Modularisierung erarbeitet.

Am Ende der Arbeit wurde mit Hilfe der Usability-Engineering Ansätze und der Anforderungsanalyse eine beispielhafte Modellierung und Selbstlernkonzept für das Spurplanstellwerk als Prototyp entwickelt, das in dieser Arbeit vorgestellt wird.



Abstract

The recent advancement in information and communication technology provides a wide range of opportunities to access knowledge. In addition, there is a change of perspective from teaching to learning in many areas. In many fields a trend of learning versus teaching becomes more and more important. This is realized through self-learning tools and e-learning. The new information and communication technologies make possible access to knowledge and information. Self-learning tools empower students with independent learning, better access to knowledge as well as self-assessment of their achievements.

Railway transport industry as many other technical fields incorporates self-learning tools into its training programs. A number of simulation programs and e-learning methods are being used to facilitate the learning process. Department of rail systems and rail technic at Darmstadt Technical University has investigated the applicability of self-learning tools for the track diagrams, which is signal box with track diagram control is. The current research aims to establish a concept of self-learning methods for Track diagrams.

There are many types of currently used track diagrams with different working principles. Initially various types of track diagrams were analyzed and compared to find out differences and similarities between those to construct a modular tool. The study focused on modularization of the track diagrams once their characterization was finalized.

This research managed to launch a sample modelling and a self-learning concept for the discuss topic by using the usability engineering approaches and requirements analysis.



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Selbstorganisiertes Lernen	17
Abbildung 2: Selbstorganisiertes Lernmodell.....	19
Abbildung 3: Human-Centred-Design Process	22
Abbildung 4: Stelltafel eines Siemens Sp Dr S60 Stellwerkes (Ludwigshafen(Rhein) Hbf)	25
Abbildung 5: Ausschnitt von Bauformenvergleich.....	27
Abbildung 6: Stelltisch des ELSiMa Stellwerkes (GS 0) (Königs Wusterhausen).....	28
Abbildung 7: Stelltisch des EZMG Stellwerkes (Eckartsberga (Thür)).....	28
Abbildung 8: Stelltafel des Sp Dr L60 Stellwerkes (Vaihingen)	29
Abbildung 9: Stellkasten des Scheidt & Bachmann Stellwerkes (Pfullendorf)	30
Abbildung 10: Stelltafel des Siemens Sp Dr S60 Stellwerkes (Darmstadt Hbf)	30
Abbildung 11: Nummernstellpult Fahrdienstleiter (Darmstadt Hbf)	31
Abbildung 12: Stelltisch des GS II DR Stellwerkes (Wildpark West)	32
Abbildung 13: Anforderungsliste als Ergebnisse der Anforderungsanalyse.....	39
Abbildung 14: Einflussfaktoren bei der Bestimmung des Konzepts	45
Abbildung 15: Entwicklungsschritte des Konzepts.....	46
Abbildung 16: Einloggen Modus für Benutzer	51
Abbildung 17: Einloggen Modus für Betreuer	52
Abbildung 18: Betreuerseite	52
Abbildung 19: Statistiken Seite.....	53
Abbildung 20: Hauptmenü	54
Abbildung 21: Darstellung des Hauptmenüs bei Anwahl des Moduls.....	55
Abbildung 22: Bauformen der Spurplan 60-Stellwerke.....	56
Abbildung 23: Stellwerksgebäude.....	56
Abbildung 24: Bedienungsraum.....	57
Abbildung 25: Bedienoberfläche – Stelltisch - Tasten.....	58
Abbildung 26: Fahrstraßeneinstellung	59
Abbildung 27: Fahrstraßenauslösung	60
Abbildung 28: Besondere Funktionalitäten	61
Abbildung 29: Fragenarten bei der Übungen	61
Abbildung 30: Praxisübung	62
Abbildung 31: Übersicht der Ergebnisse	62
Abbildung 32: Ergebnisse Mitteilungsform	63



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Indikatoren für Selbststeuerung	16
Tabelle 2: Gegenüberstellung von Gleisbildstellwerke und herkömmlicher Stellwerken	24
Tabelle 3: Ableitung der Anforderungen	49
Tabelle 4: Eigenschaften des Selbstlerntools	64
Tabelle 5: Umsetzbarkeit der Anforderungen	70
Tabelle 6: Bauformenvergleich	78
Tabelle 7: Anforderungen	80





Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	iii
Abstract	v
Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	ix
1 Einführung	13
1.1 Motivation	13
1.2 Ziel der Arbeit	14
2 Stand des Wissens	15
2.1 Psychologischer Hintergrund	15
2.1.1 Selbstgesteuertes Lernen	15
2.2 Technischer Hintergrund	20
2.2.1 Selbstlerntool – Usability Engineering Ansätze	20
3 Problemstellung	23
3.1 Bauformen der Gleisbildstellwerke	23
3.1.1 Gemeinsamkeiten und Unterschiede	26
3.2 Anforderungsanalyse	32
3.2.1 Anforderungserhebung (Requirements Elicitation)	33
3.2.2 Anforderungsanalyse (Requirements analysis)	35
3.2.3 Anforderungsspezifikation (Requirements specification)	36
3.2.4 Anforderungsbewertung (Requirements validation)	39
3.3 Modularisierung	40
4 Durchführung	44
4.1 Konzept	44
4.1.1 Anforderungen	47
4.2 Design	49
4.2.1 Das Einloggen des Tools	50
4.2.2 Das Hauptmenü des Tools	53
4.2.3 Die Module	55
4.3 Die interaktive Lernplattform	64
5 Ergebnisse und Diskussion	68
6 Schluss	72



1 Einführung

Der kontinuierlich steigende Lernwunsch der Menschheit bringt neue Entwicklungen in der Art der Wissensvermittlung. Statt herkömmlicher Lernmethoden werden immer weitere innovative Lernsysteme entwickelt. Dies können mit den Veränderungen in der Arbeitswelt, der Flexibilisierung, der beschleunigten Wissensveralterung oder der Globalisierung begründet werden. Die täglich steigende Hochschulanzahl mit Fernunterricht beweist es. Mit neuen Lernmethoden wird das Lernen folglich mittels elektronischer Medien unterstützt. Diese können in fast allen Bereichen integriert werden und werden zurzeit in den meisten Sektoren für die Aus- und Fortbildung der Mitarbeiter verwendet. Die Lernenden haben die Möglichkeit, damit ihr Lernen selbst zu organisieren und zu steuern.

1.1 Motivation

Selbstgesteuertes Lernen hat in vielen Epochen und unterschiedlichen Kontexten als Idee bzw. als methodischer Zugang zum Lernen eine Rolle gespielt (Arnold / Gómez Tutor, 2007) und in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Zudem fand in vielen Bereichen ein Perspektivenwechsel von Lehren zu Lernen statt. Durch Selbstlerntools und E-Learning wird dies verwirklicht. Diese ermöglichen neue Informations- und Kommunikationstechnologien ungehinderten Zugang zu Wissen und Informationen. Die Entwicklung in diesem Bereich hat der Diskussion um selbstgesteuertes Lernen zusätzlichen Auftrieb verschafft, da Lernende mit diesen Technologien umgehen können müssen, d.h. Lernende müssen fähig sein, aktiv und selbständig nach relevanten Informationen zu suchen und diese auf dem Hintergrund der eigenen Vorkenntnisse kritisch zu bewerten und zu verwerten.

Auch im Eisenbahnbereich, wie in vielen anderen technischen Bereichen, sollen Selbstlerntools eingesetzt werden. Es gibt viele Simulationsprogramme und E-Learningtools, um den Studierenden und Auszubildenden das Lernen zu erleichtern.

Einerseits besteht für Auszubildende, Studierende die hauptsächliche Herausforderung darin, den Bahnbetrieb richtig zu lernen und später in beruflichen Leben zu verwenden. Andererseits ist es für Fahrdienstleiter, im Betriebsablauf einen pünktlichen Bahnbetrieb sicherzustellen und sichere Durchführung von Zugfahrten zu gewährleisten. In der Universität oder in Unternehmen gibt es verschiedene Stellwerke oder verwendete Werkzeuge im Rahmen des Leit- und Sicherungstechnik. Und die haben verschiedene Eigenschaften und Technologieanwendungen. Bis jetzt haben diejenigen Möglichkeiten, die bereit sind zu lernen, nur in der Universität, im Labor, in Betriebsfeld oder in die Arbeitsplätze zu lehren. Es gibt keine oder nur professionelle und teure Simulationsprogramme um den Bahnbetrieb und die Stellwerksanwendung zu Hause zu üben.

Die Motivation dieser Arbeit ist es, eine neue Möglichkeit zum Lernen dieser Themen zur Verfügung zu stellen, um diese auch zu Hause zu üben, die bisher nicht vorhanden war.

1.2 Ziel der Arbeit

In Bereich Leit- und Sicherungstechnik, insbesondere Eisenbahnbetriebsfeld Darmstadt (EBD), forscht das Fachgebiet Bahnsysteme und Bahntechnik der Technische Universität Darmstadt zum Thema Selbstgesteuertes Lernen für Stellwerke. Ein Schwerpunkt dieser Arbeit ist dabei die Analysierung und Design des Spurplanstellwerks unter Berücksichtigung der Modularisierungsmöglichkeiten und der Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen verschiedenen Bauformen. Basierend auf diesem Schwerpunkt ist es das Ziel der Arbeit, ein Konzept für ein Selbstlerntool für Gleisbildstellwerke zu entwickeln.

Das Selbstlerntool soll Auszubildende und Studierende motivieren, sich mit den Inhalten neben der Ausbildung zu beschäftigen um Handlungskompetenzen aufzubauen und das eigene Wissen zu stützen. Interaktive Übungen in denen Lernende ihr eigenes Wissen überprüfen können, sollten in das Selbstlerntool integriert werden.

Ziel der Arbeit ist es, ein Konzept für ein Selbstlerntool für Gleisbildstellwerke zu entwickeln. Im Betrieb gibt es verschiedene Gleisbildstellwerktypen und jeder hat ein anderes Funktionsprinzip. Als erstes werden die Bauformen der Gleisbildstellwerke gesucht werden, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu identifizieren und schließlich ein modulares Tool aufzubauen. Nach der Charakterisierung der Bauformen werden Möglichkeiten für eine Modularisierung erarbeitet werden. Am Ende der Arbeit wird auf eine beispielhafte Modellierung und das Selbstlernkonzept für das SpDrS60 Stellwerks abgezielt werden. Damit wird das Lernen dieser Bauform für den Auszubildenden und Studierenden erleichtert.

In diesem Kapitel wurden die Motivation, der Ausgangspunkt und das Ziel der Arbeit erklärt. Im nächsten Kapitel werden Grundlagenliteratur zum Thema und wichtige Begriffe aus zwei unterschiedlichen Perspektiven bearbeitet, die psychologischer und technischer Teil der Arbeit sind.

2 Stand des Wissens

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen erklärt. Diese werden in zwei Teilen beschrieben. Ein Teil stellt der psychologische Hintergrund zum Thema Selbstgesteuertes Lernen dar, der andere den technischen Hintergrund zum Thema Selbstlern-Tool-Usability Engineering.

2.1 Psychologischer Hintergrund

Das Streben der Menschheit zu lernen und zu entdecken hat zu Entwicklung vieler neuer Techniken und Methoden geführt. Die meisten Menschen lernen häufig in der Ausbildung und in der Arbeit mit Hilfe von einem Lehrer oder Betreuer. Aber jetzt ist es möglich mit neuen Tools, Hilfsprogramme und Instrumente unabhängig von Zeit und Menschen zu lernen. Selbstgesteuertes Lernen ist eine dieser Techniken.

2.1.1 Selbstgesteuertes Lernen

Lernen kann als eine Aktivität definiert werden, die von Steuerungseinflüssen abhängt. Diese Steuerungseinflüsse können interne oder externe Einflüsse sein. Interne Steuerung geht von Verhaltensweisen einer Person aus. Deswegen wird diese Aktivität als Selbststeuerung definiert. Bei der externen Steuerung wirken von außen verschiedene Faktoren auf die Lernenden und die Gestaltung ihres Lernens ein. Dies wird als Fremdsteuerung definiert (Konrad & Traub, 1999)(Stauche & Sachse, 2004).

Der Begriff des selbstgesteuerten Lernens wird in der Literatur nicht einheitlich definiert und kann von ähnlichen Begriffen nur unscharf abgegrenzt werden. Im deutschen Sprachraum werden in diesem Zusammenhang auch die Begriffe selbstorganisiertes, selbstbestimmtes, autodidaktisches, informelles, selbstgeregeltes, autonomes, selbständiges, eigenständiges, selbstreguliertes Lernen oder der Begriff Selbststudium verwendet(Aeppli, 2005).

Selbstgesteuertes Lernen wird definiert als das Ausmaß, in dem man sein Lernen ohne Hilfe einer anderen Instanz steuern und kontrollieren kann. (Simons, 1992) Eine andere Definition aus der Literatur: Selbstreguliertes Lernen ist eine Form des Lernens, bei der die Person in Abhängigkeit von der Art ihrer Lernmotivation selbstbestimmt eine oder mehrere Selbststeuerungsmassnahmen (kognitiver, metakognitiver, volitionaler oder verhältnismäßiger Art) ergreift und den Fortgang des Lernprozesses selbst überwacht. (Schiefele & Pekrun, 1996)

Wichtig erscheint, dass Theorien über selbstgesteuertes Lernen nicht nur kognitive und metakognitive Aspekte, sondern auch motivationale und volitionale Aspekte thematisieren, weil der selbstgesteuerte Lernprozess als ein Zusammenspiel zwischen Wollen, Wissen und Können verstanden werden kann (Wosnitza, 2000)(Aeppli, 2005).

In einem gewöhnlichen Lehrstil, z.B. Veranstaltung im Vorlesungsstil, können sich folgende Situationen ereignen

- Was, Wie und Wann behandelt wird von einer Lehrperson bestimmt,
- Die Lernenden hören in der Regel zu,
- Raum und Zeit des Lernens sind festgelegt,
- Lernziele werden vom Betreuer vorgegeben,
- Die Lerninhalte sind durch Skripte oder Lehrbücher genau definiert,
- In der Prüfung wird das Wissen abgefragt.

Es erscheint offensichtlich, dass in einem solchen traditionellen Lernarrangement selbstgesteuertes Lernen nur in beschränktem Maße möglich ist. Hingegen wird selbstgesteuertes Lernen besonders erleichtert und ermöglicht, wenn die in Tabelle 1 aufgeführten Indikatoren für selbstgesteuertes Lernen berücksichtigt werden (Aeppli, 2005).

Komponente	Indikator für selbstgesteuertes Lernen
Orientierung des Lerngeschehens	- Eingehen auf die Bedürfnisse der Lernenden - Rücksicht auf den persönlichen Lehrstil der Lernenden - Beachtung der Verwertungszusammenhänge des Lernenden - Mitbestimmungsmöglichkeit der Lernenden - Reflektionsmöglichkeiten über das Lernen
Aktivitätsgrad des Lernenden	- Kommunikation zwischen den Lernenden - Eigenständiges Erarbeiten von Lerninhalten - Mitgestaltung des Unterrichts (z.B. Referate durch Lerner) - Projektarbeit - Praxisphasen
Zeitliche Flexibilität des Lernenden	- Freiheit bei der Wahl der Lernzeit
Räumliche Flexibilität des Lernenden	- Lernen an jedem beliebigen Ort - Transportable Lernmittel
Entscheidungsfreiheit über Lernziele	- Individuelle Lernziele entscheidend - Lernziele werden im Gruppenprozess festgelegt
Entscheidungsfreiheit über Lerninhalte	- Exemplarisches Lernen - Individuelle Lerninhalte entscheidend - Lerninhalte werden im Gruppenprozess festgelegt
Überprüfung des Lernerfolgs	- Lernfortschritt wird eigenverantwortlich beurteilt - Aufgaben/Tests zur Selbstkontrolle

Tabelle 1: Indikatoren für Selbststeuerung

Mit Hilfe dieser Indikatoren werden die Anforderungen an selbstgesteuertes Lernen unter der Berücksichtigung computergestützten Lernumgebungen definiert.

Der Begriff selbstgesteuertes Lernen bezeichnet die Möglichkeit einer Person, das Lerngeschehen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern (Deci & Ryan, 1993)(Horz, 2003). Im Vergleich zu anderen Lernmedien (z.B. Buch, Film) ermöglicht der Computer dem Lernenden eine größere Wahlfreiheit bezüglich seines Lerntempos, der Abfolge und Zusammensetzung der Lerninhalte und Lernmedien, der zeitlichen Taktung und der gleichzeitigen, vereinfachten Nutzung ergänzender Informationsquellen. Die größere Wahlfreiheit im Lernprozess führt aber auch zu notwendigen Entscheidungen und Planungen des Lernenden vor und während der Lernphase. Durch die Selbstorganisationsprozesse ergeben sich neue Anforderungen an die Lernenden, die zusätzliche Fähigkeiten zu deren Bewältigung erfordern. Für die erfolgreiche Organisation und Steuerung des eigenen Lernprozess sollten nach Konrad und Wosnitza (1995) folgende vier Kriterien des selbstregulierten Lernens beachtet werden (Horz, 2003):

1. Die Lernenden sollten ein proaktives, planvolles, und reflektiertes Verhalten zeigen.
2. Die Lernenden sollten das Zusammenwirken von Motivation und Fähigkeit optimieren.
3. Die Lernenden sollten ihre Aufmerksamkeiten auch darauf richten, die eigene Autonomie in Lernprozess wahrzunehmen.
4. Die Lernenden müssen sich über die notwendige wechselseitige Verbundenheit von Selbst- und Fremdsteuerung bewusst sein.

Selbstorganisierte Lernprozesse sind kontextgebunden, d. h. das selbstorganisierte Lernen ist stets in einen Kontext eingebettet und jede Lernsituation stellt bestimmte Anforderungen an den Lernenden. Ausgehend von einem gemäßigt konstruktivistischen Verständnis, nach dem Wissen durch die aktiv-handelnde Auseinandersetzung mit Problemen konstruiert wird, soll das selbstorganisierte Lernen im Folgenden über drei Komponenten auf einem mittleren Abstraktionsniveau strukturiert werden (Hoidn, 2007).(Abbildung 1)

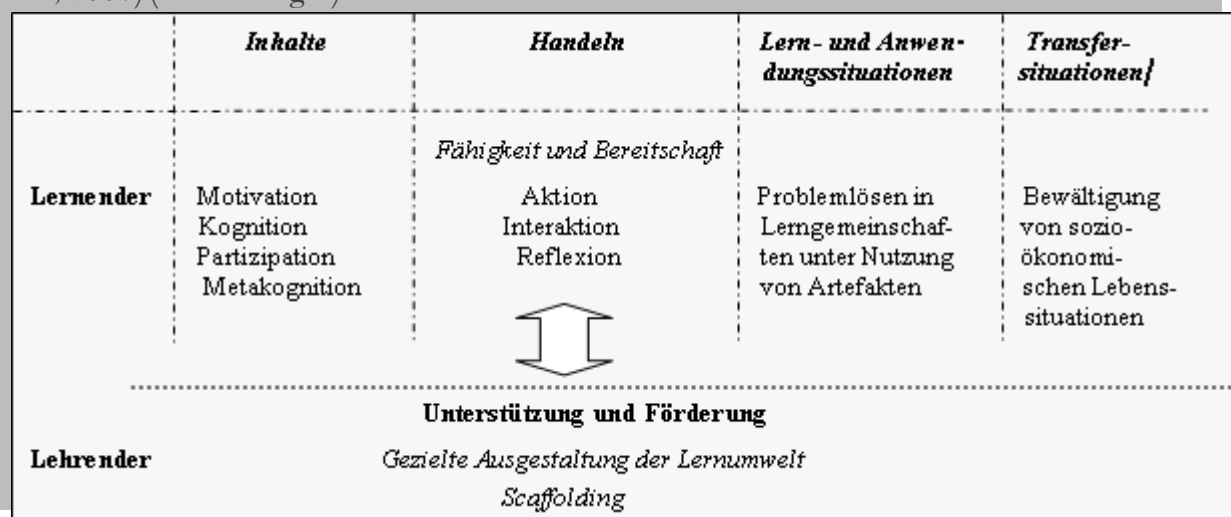


Abbildung 1: Selbstorganisiertes Lernen

Die Handlungskomponente beschreibt das angestrebte Verhalten mit Blick auf das selbstorganisierte Lernen. Problemlösen findet dabei auf drei Handlungsebenen statt: Aktion (Bezug zum Individuum), Interaktion (Bezug zur materialen, sozialen und kulturellen Umwelt) und Reflexion (Bezug zu Aktion und Interaktion) (Hoidn, 2007).

Die Inhaltskomponente bezieht sich auf die motivationalen, kognitiven, sozialen, medialen und metakognitiven Anforderungen, welche aus dem selbstorganisierten Lern- bzw. Problemlösevorgang selbst resultieren. Aus Sicht der Lernenden betrifft diese Motivation als personale Voraussetzung, Kognition als lernstrategisches Handeln, Partizipation als sozial-kommunikatives und mediendidaktisches Handeln sowie Metakognition als (selbst)reflexives und regulatives Lernhandeln (Hoidn, 2007).

Die Situationskomponente steckt die spezifischen sozialen, materialen und kulturellen Bedingungen der Lern- und Anwendungssituation ab, mit dem Ziel, das erworbene Wissen auch in anderen Situationen anwenden zu können (Transfer). Eingebettet in einen Lernkontext findet das selbstorganisierte Lernen immer in aktiver Auseinandersetzung mit der Umwelt statt, welche den Handlungsrahmen absteckt (Hoidn, 2007).

Aktion (Bezug zum Individuum): Die Lernenden agieren, d. h. sie denken und organisieren selbst. Aktion setzt bei den Lernenden die Motivation und Fähigkeit voraus, sich in unterschiedlichen Lernaktivitäten in verschiedenen Kontexten zu engagieren und Lernprozesse weitgehend eigenverantwortlich zu planen, durchzuführen und zu bewerten. Damit sind vor allem anspruchsvolle kognitive Aktivitäten wie Anwenden, Analysieren, Verknüpfen, Beurteilen sowie kritisches Denken angesprochen, welche Verstehen voraussetzen und es den Lernenden ermöglichen, sich selbst laufend neues anwendungsrelevantes Wissen zu erarbeiten (Harteis & Heid & Kraft, 2000).

Interaktion (Bezug zur materialen, sozialen und kulturellen Umwelt): Die Lernenden agieren nicht alleine, denn Lehr-Lernprozesse finden in einer materialen, sozialen und kulturellen Lernumwelt statt, welche vielfältige Wissensressource bereitstellt. Dies setzt auf Seiten der Lernenden die Fähigkeit und Bereitschaft voraus, sich aktiv sowie eigen- und sozialverantwortlich in Lerngemeinschaften (Learning Communities) einzubringen, um Wissen gemeinsam zu erarbeiten, zu teilen, voneinander zu lernen sowie Lernprozesse zu koordinieren. Dazu ist sowohl sozial-kommunikatives als auch mediendidaktisches und organisatorisches Wissen und Können erforderlich, sodass die Potenziale der personalen und medialen Ressourcen adäquat und zielorientiert genutzt werden können (Hoidn, 2007).

Reflexion (Bezug zur eigenen Person und zur Umwelt): Lernen darf sich nicht in "blindem" (Inter-) Aktionismus erschöpfen, sondern bedarf auch des Überdenkens von Handlungen im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung der eigenen und gemeinsamen Lernprozesse sowie -produkte. Reflexion setzt metakognitives Denken und Handeln, also die Fähigkeit, (eigene) Denk-, Lern- und Kommunikationsprozesse kritisch beleuchten und regulieren zu können, voraus (Hoidn, 2007).

Das skizzierte Lernverständnis soll nachfolgend in ein Lernmodell überführt werden, das die bisherigen Überlegungen in einen Begründungszusammenhang stellt. Die genannten Handlungsanforderungen werden weiter ausdifferenziert, um auf dieser Basis

Handlungsdispositionen interpretativ ableiten zu können, welche dann auf den jeweils spezifischen Lernkontext auf der Mikroebene auszulegen sind (Hoidn, 2007).

Ein situiertes Lernverständnis überbrückt die Kluft zwischen der individuellen und sozio-kulturellen Analyseeinheit und stellt den selbstorganisierten Lernprozess in einen größeren Kontext (Hoidn, 2007). (Abbildung 2)

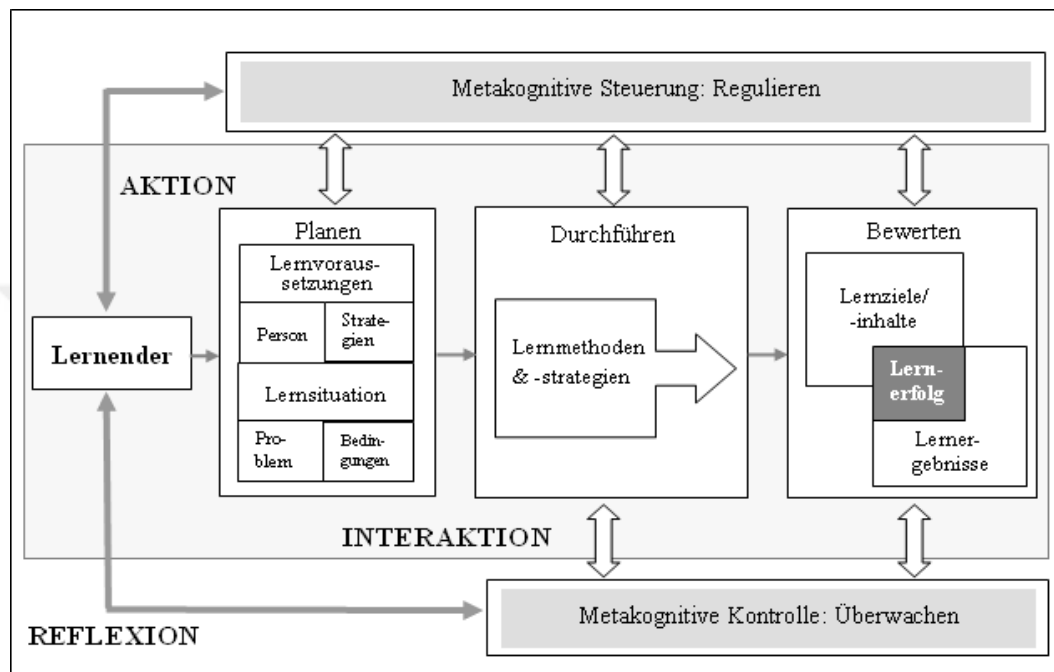


Abbildung 2: Selbstorganisiertes Lernmodell

Quelle: Hoidn, 2007

Während sich die motivationalen, kognitiven, sozialen und medialen Prozesse auf die Bearbeitung einer Problemstellung richten (z. B. Planen, Durchführen und Bewerten i. H. a. eine Lernaufgabe), bezeichnen Metakognitionen reflexive Prozesse, die den Problemlöseprozess (Planen, Durchführen, Bewerten) selbst steuern und kontrollieren (Denken über das Denken, Fühlen und Handeln) (Flavell, 1984; Zeder, 2006). Beim selbstorganisierten Lernen liegt es an den Lernenden, den Lernprozess zu planen, durchzuführen, zu bewerten und zu regulieren. Dazu legen sie unter Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen sowie der Bedingungen der Lernsituation selbst Ziele fest, setzen Lernmethoden und -strategien ein und bewerten ihren Lernerfolg. Die Steuerung (der Planung, Durchführung, Bewertung) der Lernprozesse sowie die Überwachung des Lernweges und der Zielerreichung erfordern zudem den Einsatz von Metawissen und Metastrategien (Hoidn, 2007).

Das Selbstgesteuerte Lernmodell wird in dieser Arbeit in PC umgesetzt. Das nennt in der Arbeit als Selbstlerntool. Selbstlerntool wird unter technischen Hintergrund erklärt.

2.2 Technischer Hintergrund

In dieser Arbeit werden computergeschützten Selbstlernntools gestalten. Für diese Lernplattform werden auch die technischen Sachen beherrscht, wie Usability-Engineering Ansätze.

2.2.1 Selbstlernntool – Usability Engineering Ansätze

Der Mensch hat immer versucht, das Lernen leichter zu machen. Es wurden neue Systemen und Ansätze im Gegensatz zu herkömmlichen Methoden entwickelt. Mit Hilfe der Software-Werkzeuge werden diese Anwendungen realisiert. Computergestützte Lernprogramme sind auch eines davon. Die erzielen das unabhängige und selbstorganisierte Lernen für die Lernende. Selbstlernntool ist ein Beispiel für diese Softwareanwendungen.

Selbstlernntools können als digitale Medien und Werkzeuge, die die Nutzer beim Lernen unterstützen, definiert werden. Bei der Entwicklung des Selbstlernntools werden Usability-Engineering Ansätze verwendet.

Der Begriff Usability ist zunächst in der Literatur in Erscheinung getreten, um Benutzerfreundlichkeit und Gebrauchstauglichkeit elektronischer bzw. technologischer Geräte zu beurteilen. (Nielsen, 1993). In Zusammenhang mit Anwendungssystemen kann Usability als Eigenschaft bzw. Qualitätskriterium aufgefasst werden, die einem Software-System in bestimmtem Umfang attestiert wird, wenn es in Hinblick auf die Erfüllung einer bestimmten Aufgabe gut benutzbar und gebrauchstauglich ist (Janson, 2001).

Als methodischer Weg zur Gestaltung der Eigenschaft Usability bietet sich die Disziplin Usability-Engineering an, die nach Cakir die „vorerst letzte Entwicklungsstufe im Bereich der (...) Mensch-Maschine-Interaktion“ darstellt (Cakir, 2000). Das Ziel des Usability ist die geistige Entwicklung von ergonomischen Applikationssystemen. Es ist wichtig, um Qualitätsmerkmale von Usability-Engineering als Bewertungskriterien zu verwenden.

Usability umfasst gerade solche internen Attribute und kann als Benutzbarkeit oder Gebrauchstauglichkeit ins Deutsche übertragen werden. Die beiden Termini sind als zentrale ergonomische Qualitätsmerkmale der menschengerechten Systemgestaltung Ausgangspunkt für die Konzepte und Methoden des Usability-Engineerings (Herda, 2000). Benutzbarkeit, Gebrauchstauglichkeit und Usability werden oftmals in der Literatur gleichbedeutend verwendet.

Benutzbarkeit ist als Oberbegriff für die Maße Verständlichkeit, Erlernbarkeit und Bedienbarkeit anzusehen (Herda, 2000). Benutzbarkeit kann nach Norm DN 66272 wie folgt definiert werden.

„Benutzbarkeit umfasst Merkmale (Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit), die sich auf den Aufwand, der zur Benutzung eines Systems erforderlich ist, sowie auf die individuelle Bewertung einer solchen Benutzung durch eine festgelegte oder angenommene Gruppe von Benutzern bezieht.“

Gebrauchstauglichkeit charakterisiert die Eignung einer Benutzungsoberfläche für einen Nutzerkreis in einem spezifischen Nutzungskontext. Eine Messung ist über die Kenngrößen Effektivität,

Effizienz und Zufriedenstellung möglich. Der entsprechende Evaluationsprozess orientiert sich dabei an der Erreichung konkreter Arbeitsergebnisse (Herda, 2000). Gebrauchstauglichkeit kann nach Norm DIN EN ISO 9241-11 wie folgt definiert werden.

„Gebrauchstauglichkeit beschreibt das Ausmaß, in dem ein Produkt durch den Benutzer im Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“

In Normen manifestiert sich die Forderung nach Usability im Sinne von Gebrauchstauglichkeit bzw. Benutzbarkeit in Form der dort beschriebenen software-ergonomischen Prinzipien und Gestaltungsanforderungen. Usability-Engineering integriert nun diese normative softwareergonomische Sichtweise in die klassischen Methoden des Software-Engineerings und kann wie folgt definiert werden (Nielsen, 1993).

„Usability-Engineering ergänzt das Software-Engineering um zentrale Aspekte der Software-Ergonomie. Ziel ist die Bereitstellung von Methoden, Modellen, Prinzipien und Werkzeugen eines benutzerzentrierten Entwicklungsprozesses, aus dem sich ergonomische Produktqualität ergibt.“

Der Entwurf der Benutzungsoberfläche von Anwendungssystemen und deren benutzerzentrierte Evaluation bilden also den Mittelpunkt des Usability-Engineerings und werden als Usability-Design bezeichnet. Usability-Design basiert auf den Ergebnissen einer Aufgaben-, Anforderungs- und Benutzeranalyse (Beyer, 1998).

Als zentrales Vorgehensmodell des Usability-Engineerings hat sich der in Abbildung 3 visualisierte Human-Centred Design Process (Bevan, 1997) (synonym: User-Centred Design Process) durchgesetzt und wurde basierend auf der internationalen Norm ISO 13407 entwickelt.

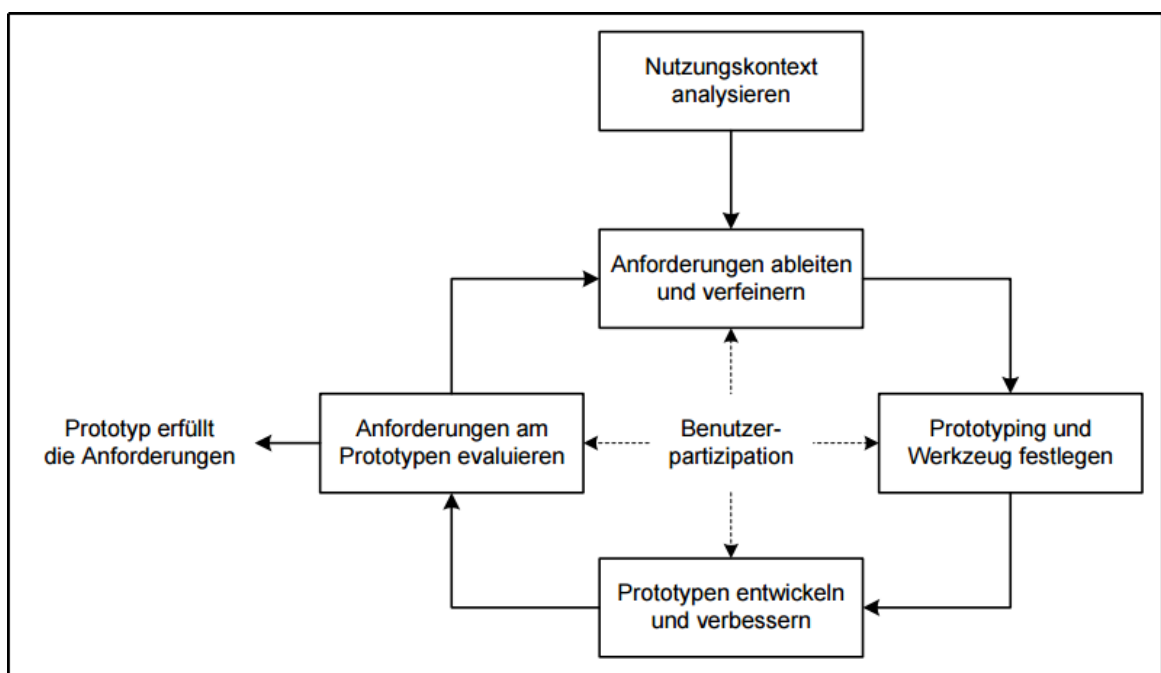


Abbildung 3: Human-Centred-Design Process

Quelle: Bevan, 1997

Während des Human-Centred Design Prozesses wird Prototyping zur Realisierung unterschiedlicher Versionen des zu gestaltenden Anwendungssystems eingesetzt und der Grad der Zielerreichung dabei durch Evaluation überprüft. Im Verlauf des Human-Centred Design Prozesses wechseln sich somit das Usability Design iterativ verbesserter Oberflächen und das Usability-Testing der Prototypversionen ab (Janson, 2001).

Die Methoden zur Usability-Engineering sind die Benutzeranalyse, Aufgabenanalyse, Anforderungsanalyse und Prototyping (Nielsen, 1993).

Im Zentrum der Analyse zur Erstellung von Benutzerprofilen bzw. einer Benutzerklassifikation steht die Beschreibung der spezifischen Eigenschaften der potentiellen Benutzer des Systems. Im Anschluss an die Analyse lassen sich Benutzerkategorien für die anstehenden Untersuchungen im Zusammenhang mit der Aufgabenanalyse bilden. Bei der Aufgabenanalyse darf jedoch nicht nur der gängige Arbeitsablauf festgehalten werden. Es muss auch eruiert werden, welche Komplikationen im Benutzungsprozess auftreten können und welche Lösungsalternativen in diesen Situationen in Betracht kommen. Als eine erste Form von Prototypen können zunächst Skizzen der Benutzungsoberfläche herangezogen werden. Hieran lassen sich - wenn auch nur wenig interaktiv - erste Kritikpunkte und Verständnisfragen frühzeitig identifizieren (Nielsen, 1993).

Usability-Engineering setzt sich im Sinne der „Konstruktion von Benutzbarkeit“ bzw. der „Optimierung der Benutzerfreundlichkeit von Anwendungssystemen“ zunehmend als Technologie der systematischen, ingenieurmäßigen Entwicklung gut benutzbarer Benutzungsschnittstellen durch (Preim, 1999)(Meinhardt, 2000).

In diesem Kapitel wurden zunächst Selbstgesteuertes Lernen und dazu gehörige Lernmodell aus psychologischer Sicht erläutert. Danach wurden die Basisbegriffe des Usability-Engineerings in Hinblick auf die ordentliche ergonomische Entwicklung von Applikationssystemen formuliert. Außerdem wurden die Qualitätsmerkmale des Usability-Engineerings Benutzbarkeit und Gebrauchstauglichkeit konkretisiert. Im Anschluss daran wurden auf den benutzerzentrierten Entwicklungsprozess eingegangen.

Im nächsten Kapitel werden die Analyse der verschiedenen Bauformen, Anforderungsanalyse und die Modularisierung des Konzepts beschrieben.

3 Problemstellung

Das selbstgesteuerte Lernen hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Zudem fand in vielen Bereichen ein Perspektivenwechsel von Lehren zu Lernen statt (Noß, 2000). Durch Selbstlerntools und E-Learning wird dies verwirklicht. Das selbstgesteuerte Lernen ermöglicht neue Informations- und Kommunikationstechnologien ungehinderten Zugang zu Wissen und Informationen. Die Entwicklung in diesem Bereich hat der Diskussion um selbstgesteuertes Lernen zusätzlichen Auftrieb verschafft, da Lernende mit diesen Technologien umgehen können müssen, d.h. Lernende müssen fähig sein, aktiv und selbständig nach relevanten Informationen zu suchen und diese auf dem Hintergrund der eigenen Vorkenntnisse kritisch zu bewerten und zu verwerten.

Auch im Eisenbahnbereich sollen neue Art der Wissensvermittlung sowie Selbstlerntools eingesetzt werden. Damit sollen interaktive Lernplattformen im Eisenbahnbetriebsfeld Darmstadt umgesetzt werden. Dazu erfolgt die Entwicklung eines Konzepts des Selbstlerntools für Gleisbildstellwerke, der einen prototypischen Umsetzung am Beispiel unter Berücksichtigung der verschiedenen Bauformen von Gleisbildstellwerke ist, um den Studierenden und Auszubildenden das Lernen dieser Bauform zu erleichtern.

3.1 Bauformen der Gleisbildstellwerke

Seit es Stellwerke gibt, werden sie kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Ziele der Fortentwicklung waren und sind unter anderem (Enders & Hein, 2012)

- die Verbesserung der Betriebssicherheit,
- eine einfachere Bedienungsweise, verbunden mit der Automatisierung möglichst vieler Stellvorgänge und Abläufe, und nicht zuletzt,
- das Einsparen von Betriebskosten durch die Schaffung möglichst großer Stellbereiche.

Die Gleisbildstellwerke sind auch ein Schritt in dieser Entwicklung. Gleisbildstellwerke wurden als schematisches Gleisbild auf einer ebenen Bedienoberfläche dargestellt (Abbildung 4). Im Unterschied zu herkömmlichen Stellwerken (mechanischen und elektromechanischen) besitzen Gleisbildstellwerke als wesentliches Merkmal keine mechanischen Stell- und Verschlusseinrichtungen im Stellwerk selbst. Stellvorgänge und Abhängigkeiten werden vielmehr ausschließlich durch die Hilfe von Relais und elektrischen Schaltkreisen ausgeführt. Deshalb heißen Gleisbildstellwerke dieser Art auch Relaisstellwerke. Man nennt sie oft auch Dr-Stellwerke (Drucktastenstellwerke), weil sie mit Drucktasten bedient werden (Enders & Hein, 2012).

Gleisbildstellwerke haben eigentlich erst die Voraussetzungen für eine wesentliche Vereinfachung der Bedienung von Stellwerken mit einem Grad der Automatisierung des Betriebsgeschehens bei der Eisenbahn geschaffen, die bis dahin nie da gewesen ist. Ist die Rede in diesem Zusammenhang von Automatisierung, dann ist zunächst noch nicht an die im Prinzip längst möglich gewordene und in Teilbereichen auch schon realisierte vollautomatische Steuerung des Betriebsablaufs gedacht.

Wichtiger ist die im Vergleich zu vormaligen Stellwerksbauformen wesentlich einfachere Bedienungsweise. Während bei Stellwerken herkömmlicher Bauformen (zum Beispiel mechanischen und elektromechanischen Stellwerken) für die Ausführung der Stellvorgänge und die Sicherung des Fahrweges jeweils viele Einzelbedienungen notwendig sind, reicht beim Gleisbildstellwerk meist eine einzige Bedienhandlung aus, die alle weiteren Bedienungen selbsttätig ablaufen lässt. In der Tabelle 2 wurde Gleisbildstellwerk und herkömmlicher Stellwerken verglichen. Infolgedessen verringert das die Anzahl der ausführenden Handlungen und damit den Arbeitsaufwand entscheidend. Die Vorteile von Gleisbildstellwerken sind offenkundig (Enders & Hein, 2012)

- Die Betriebssicherheit wird erhöht,
- die Disposition wird erleichtert,
- der Betriebsablauf wird beschleunigt,
- die Bedienung erfordert keine körperliche Anstrengung,
- die Stellentfernung ist praktisch unbegrenzt,
- die Stellwerksbereiche lassen sich beliebig ausdehnen,
- die Anzahl der Routinebedingungen wird vermindert,
- die Rationalisierungseffekt ist beträchtlich.

Eigenschaft	Gleisbildstellwerk	Herkömmlicher Stellwerk (Mechanische und elektromechanische)
Zuordnung Feldelement - Bedienelement	In topologischer Darstellung	Durch Bediener
Fahrstraßenbildezeit	kurz	lang
Komplexität der Technik	hoch	gering
Komplexität der Bedienung	gering	hoch
Gleisfreimeldung	Technisch	visuell
Zentralisierungsgrad	hoch	gering
Fernsteuerbarkeit	ja	nein
Stellwerksgenerationen	Relaisstellwerk, Elektronisches Stellwerk (ESTW)	Mechanisches Stellwerk, Elektromechanisches Stellwerk

Tabelle 2: Gegenüberstellung von Gleisbildstellwerke und herkömmlicher Stellwerken

Quelle: Maschek, 2015



Abbildung 4: Stelltafel eines Siemens Sp Dr S60 Stellwerkes (Ludwigshafen(Rhein) Hbf)

Quelle: www.stellwerke.de

Für die Abbildung der Fahrstraßenlogik in Stellwerken gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten.

- Verschlusstabelle (Tabellarische Fahrstraßenlogik)
- Spurplanprinzip (geographische Fahrstraßenlogik)

In einer Verschlusstabelle wird jede Fahrstraße durch eine Zeile einer Matrix abgebildet, wobei die Spalten dieser Matrix durch die Fahrwegelemente gebildet werden. Die Felder der Matrix enthalten Informationen darüber, in welcher Stellung sich ein Fahrwegelement für eine bestimmte Fahrstraße befinden muss. Wenn ein Fahrwegelement von einer bestimmten Fahrstraße nicht benutzt wird, bleibt das betreffende Matrixelement leer. Nach dem gleichen Verfahren werden auch die Ausschlüsse zwischen den Fahrstraßen abgebildet, indem jede Fahrstraße auch durch eine Spalte repräsentiert wird, in die die wirkenden Fahrstraßenausschlüsse eingetragen werden. Wegen der fahrstraßenorientierten Abbildung der Sicherungsbedingungen wird die tabellarische Fahrstraßenlogik in der Fachliteratur auch als „Fahrstraßenprinzip“ bezeichnet. Die Logik der Fahrstraßenmatrix lässt sich sehr einfach in ein mechanisches Verschlussregister umsetzen und war daher das klassische Verfahren bei mechanischen und elektromechanischen Stellwerken. Auch älteren Relaisstellwerken liegt diese Form der Fahrstraßenlogik zugrunde (Pachl, 2008).

Die Spurplantechnik stellt eine Art Baukastensystem dar, bei dem die gesamte Schaltzentrale – sozusagen das „Herz“ des Stellwerkes – aus genormten Einzelteilen zusammengesetzt ist. Das gilt auch für die Bedien- und Meldeelemente, aus denen die Bedienoberfläche besteht. Relaisstellwerke, die diese Technik besitzen, Spurplanstellwerke. Der Spurplan revolutionierte die Stellwerkstechnik (Enders & Hein, 2012).

Alle Schaltvorgänge im Spurplanstellwerk werden durch Relais ausgeführt. Das sind elektromagnetische Schalter, die in Stromkreise eingebunden, ihrerseits Stromkreise schließen oder

unterbrechen und so die Abhängigkeiten und Stellvorgänge herstellen oder steuern. Sie sind in einem Relaisraum in Gruppen zusammengefasst und in Relaisgestellen angeordnet. Die Relaisgruppen und die Verbindungen untereinander bilden die Grundbausteine der Innenanlage eines Stellwerkes. Sie sind steckbar ausgefertigt, damit sie jederzeit ausgetauscht oder in ihrer Anordnung verändert werden können (Enders & Hein, 2012).

Jedem Fahrwegelement, zum Beispiel einem Signal, einer Weiche, einem Gleisabschnitt, einer Rangier- oder Zugstraße, ist eine eigene auf seine Eigenschaften zugeschnittene Relaisgruppe zugeordnet. Die dazugehörige Einrichtung wird durch diese Relaisgruppe gesteuert und überwacht, zum Beispiel eine Weichen-Relaisgruppe eine einzelne Weiche. Die Relaisgruppen sind im Relaisraum der tatsächlichen Position der dazugehörigen Einrichtung entsprechend angeordnet und durch Spurkabel in den Relaisgestellten miteinander verbunden. Da die Reihenfolge der einzelnen Relaisgruppen und ihrer Verbindungen durch Spurkabel der Gleisspur folgen, lässt sich hieraus die Bezeichnung Spurplanstellwerk ableiten (Enders & Hein, 2012).

Die Verbindungen untereinander und die Anordnung der Relaisgruppen sind für die Fachkräfte der Leit- und Sicherungstechnik jedes Spurplan 60-Stellwerkes in einem Gruppenverbindungsplan dargestellt. Der Gruppenverbindungsplan, das Gleisbild auf dem Stelltisch bzw. auf der Stelltafel und die Anordnung der Außenanlagen sind nach dem gleichen Prinzip angeordnet (Enders & Hein, 2012)(Pachl, 2008).

3.1.1 Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Die Gleisbildstellwerksentwicklung beginnt etwa ab 1940. Das von den VES (Vereinigte Eisenbahnsignalwerke, Berlin) zuvor entwickelte Patronenstellwerk (die Schalter für Signale und Weichen waren in runden Patronen untergebracht, die in den Stelltisch gesteckt werden konnten) kam nicht über Versuchsaufbauten hinaus. Pintsch und VES entwickelten die ersten Gleisbildstellwerke. Nach dem Krieg hat Siemens die weitere Produktion übernommen und im Jahr 1948 ein als Dr I (bzw. Dr 1) bezeichnetes Stellwerk in Düsseldorf-Derendorf installiert. Etwa 60-70% der Anlage dieser Stellwerksbauform waren noch nicht in Gruppen geschaltet, sondern frei (fliegend) verdrahtet. Bei den Stellwerken der Bauart Dr S, zuerst als Dr II bezeichnet, konnte dieser Anteil bereits auf etwa 30-40% und bei den Spurplanstellwerken auf 5% gesenkt werden. Auch Lorenz ist in die Produktion von Gleisbildstellwerken eingestiegen, deren erste Bauform wurde als Dr III bezeichnet (www.stellwerke.de)(Maschek, 2015).

Die wichtigen Hersteller der Bauformen sind,

- ELSiMa
- EZMG
- Lorenz (Thales)
- Scheidt & Bachmann
- Siemens
- WSSB

Diese verschiedenen Bauformen wurden in verschiedenen Zeiträume und mit verschiedenen Verbreitungsgrad benutzt oder weiter benutzt werden. In Rahmen der Masterarbeit wurde ein weit gehender Vergleich zwischen diesen verschiedenen Bauformen gemacht. Die Vergleichskriterien sind,

- wie sich die jede Bauform sich verbreitet,
- nach welchem Prinzip die Fahrstraßen eingestellt werden,
- wie die Fahrstraßen weiter gebildet werden,
- nach welchem Prinzip die Fahrstraßen aufgelöst werden,
- welche Relaisanlage zur Bauform gehört,
- in welchen Anwendungsbereiche sie sich befinden (nach Bahnhofgröße),
- und für welche besondere Aufgaben sie geeignet sind,

Die Eigenschaften der verschiedenen Bauformen wurden detailliert untergesucht und die Eigenschaften wurden unter bestimmten Titel der funktionalen und technischen Aspekte klassifiziert, wie im Anhang in der Tabelle 6 gesehen. Mit der Klassifizierung der Eigenschaften wurde der erste Schritt zur Modularisierung erstellt. Das Ziel war die Vergleichstabelle zum modularen Aufbau zu verwenden.

Die detaillierten Vergleiche der verschiedenen Bauformen der oben genannten Hersteller sind in der Excel-Tabelle 6 am Anhang dargestellt. Mit der folgenden Abbildung 5 wurde einen Ausschnitt von diesem Bauformenvergleich gezeichnet.

STELLWERKSBAUARTEN		BAUFORMEN DER STELLWERKE															
		EZMG	LORENZ						SCHEIDT&BACHMANN	SIEMENS							
			Sp Dr Lorenz			MC Lorenz				Dr 1	Dr 5	Dr 52	Dr 53(2)	Sp Dr 557	Sp Dr 559	Sp Dr 560	Sp Dr 5600
			Sp Dr L20	Sp Dr L30	Sp Dr L60	MC L84	MC L84 N										
EIGENSCHAFTEN																	
Anzahl Stellwerke	Im Betrieb (1382)	16	7	92	160	31	12		-	48	258	16	3	19	463	47	
	Außer Betrieb (836)	62	18	36	12	13	-		26	48	157	19	1	18	61	3	
	Insgesamt (2018)	78	25	128	172	44	12		26	96	415	35	4	37	524	50	
Fahrstraßen	Fahrstraßeneinstellung		X	X	X	X	X										
	g								X	X	X	X	X	X	X	X	
	Fahrstraßenbildung	Fahrstraßentaste + Signaltaste	X														
		Automatisches Einlaufen der Weichen	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X
		Fahrstraßenmäßiger Flankenschutz								X	X						
		Fahrstraßeneinspeicherung															
		Manuell Gstellung der Weichen										X	X				
		Selbsttätige Flankenschutzsuche von Fahwegweichen ausgehend												X	X	X	X
		techn. Hilfsaspe für Weichen (Weicheneinzelspernung)		X	X	X					X						
		Alle Weichenspernung im Bahnhof					X	X									
		Selbstbetrieb und Zuglenkung															
		Festlegung von Hilfsfahrstraßen	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X
	Einstellen von Umfahrstraßen					X										X	
	Fahrstraßenauflösung	Besondere Bedienhandlungen für Mittelweichen in Zugfahrstraßen				X											
		Signaldunkelschaltung						X									
		Einstellung der unterschiedlichen Durchrutschwege										X					
		Gesamthilfsauflösung (mit Durchrutschweg)	X	X	X					X			X				
Gesamthilfsauflösung (getrennte Durchrutschweg)					X	X	X										
Einzelelemente					X					X							
Teilfahrstraßenweise von Weiche zu Weiche											X			X	X	X	
Relaisanlage	K44-Signalleis								X								
	stark verkleinerte K50-Signalleis									X							
	Stützrelais (bistabil im stromlosen Zustand)		X														
	N-Relais	X															
	Relais mit zwangsgelührten Kontakten			X	X	X	X										

Abbildung 5: Ausschnitt von Bauformenvergleich

3.1.1.1 ElSiMa

ElSiMa (Elektro-Signal und Maschinenbau Halle) hat die ersten Gleisbildstellwerke für die Reichsbahn nach dem Zweiten Weltkrieg hergestellt und als Bauform GS 0 bezeichnet. Sie bilden die Grundlage für die Weiterentwicklung (durch WSSB) der Bauform 1. Vom Bedienpult ähnelt die Bauform 0 der Bauform 1, in der Relaisanlage gibt es jedoch diverse Unterschiede, insbesondere bei den eingesetzten Spannungen (34 und 136V). Die silbergraue Grundfarbe gegenüber den späteren

grünen Tischfeldern war der andere auffälligste Unterschied der Tischfelder. Diese Bauform hat sich wenig verbreitet (www.stellwerke.de).



Abbildung 6: Stelltisch des EISiMa Stellwerks (GS 0) (Königs Wusterhausen)

Quelle: www.stellwerke.de

3.1.1.2 EZMG

Der Bauart EZMG (Elektritscheskaja Zentralisazija Malych Stanzii Germanii) ist aus der UdSSR importiert. Diese Bauform ist für kleinere Bahnhöfe an Nebenstrecken gedacht. Im Hinblick auf die Bahnhofsgestaltung haben sie daher einige Einschränkungen. Diese Einschränkungen ist es, dass die Bahnhöfe an eingleisigen Strecken liegen müssen und bis zu fünf Bahnhofsgleise mit dementsprechend maximal 4 Weichen je Bahnhofskopf aufweisen können. Diese sind im Wesentlichen auf den internen Aufbau der Stellwerke zurückzuführen. (www.tf-ausbildung.de).

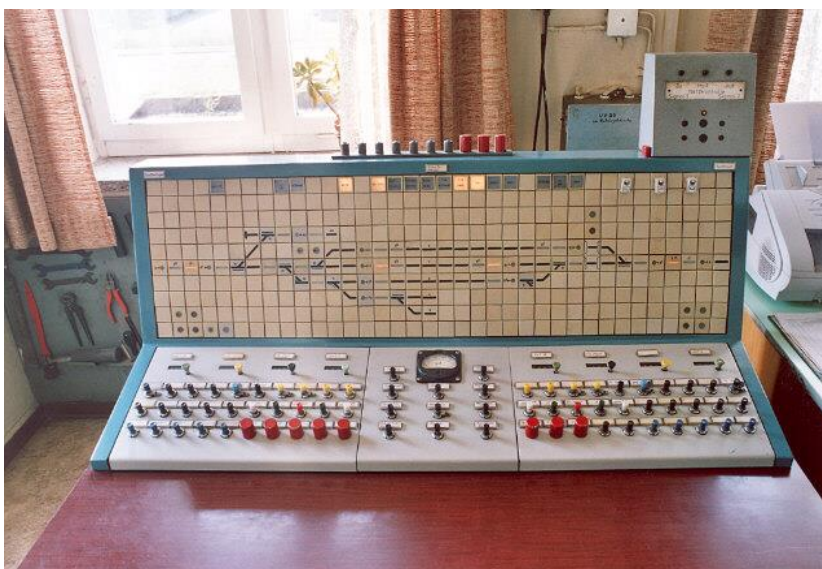


Abbildung 7: Stelltisch des EZMG Stellwerks (Eckartsberga (Thür))

3.1.1.3 Lorenz (Thales)

Im Bereich der Eisenbahnsicherungstechnik ist die Firma C. Lorenz AG seit 1949 aktiv. Die Bauform TRICON, die drei Spurkabelanschlüsse der Weichengruppe (triple connection) war maßgebend in der Entwicklung der Stellwerkstechnik, da sie als erste dem sehr wirtschaftlichen und modernen Spurplanprinzip entsprach. In späteren Bauformen führte sich im Wesentlichen nur als Spurplanstellwerke fort. Diese Bauform wurde auch in Österreich verwendet. Die weit verbreiteten Bauformen von Lorenz sind Sp Dr L20, Sp Dr L30, Sp Dr L60, MC L84 und MC L84 N (www.stellwerke.de, www.bahnschranke-online.de).

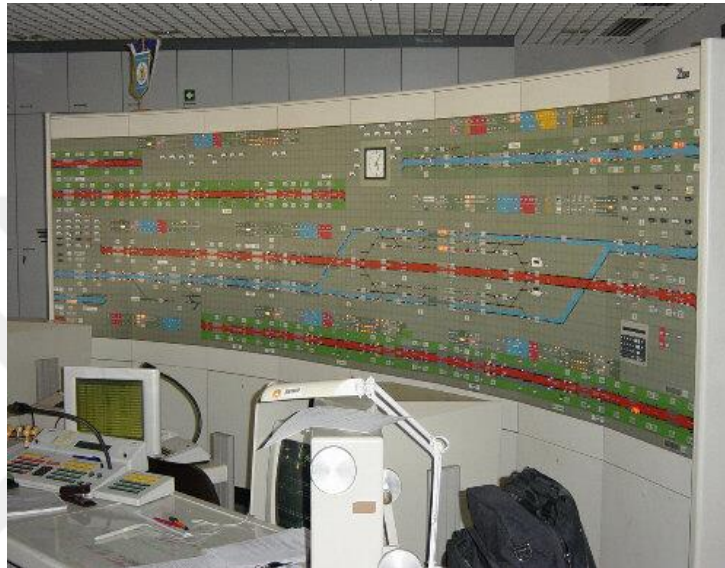


Abbildung 8: Stelltafel des Sp Dr L60 Stellwerks (Vaihingen)

Quelle: www.stellwerke.de

3.1.1.4 Scheidt & Bachmann

Firma Scheidt & Bachmann hatte sich nach der Herstellung der mechanischen und elektromechanischen Stellwerke aus der Stellwerksproduktion zurückgezogen und nach dieser Zeit fast nur Bahnübergangsanlagen produziert. Wenige Gleisbildstellwerke finden sich daher bei der DB (Deutsche Bahn) und die meisten bei kleineren Bahnhöfen. Das Bedienpult hat die übliche Mosaikstruktur, aber ist zum Teil individuell für jede Anlage gefertigt. Die normale Start-Ziel-Reihenfolge gilt auch für die Bedienung der Scheidt & Bachmann (www.stellwerke.de, www.bahnschranke-online.de).

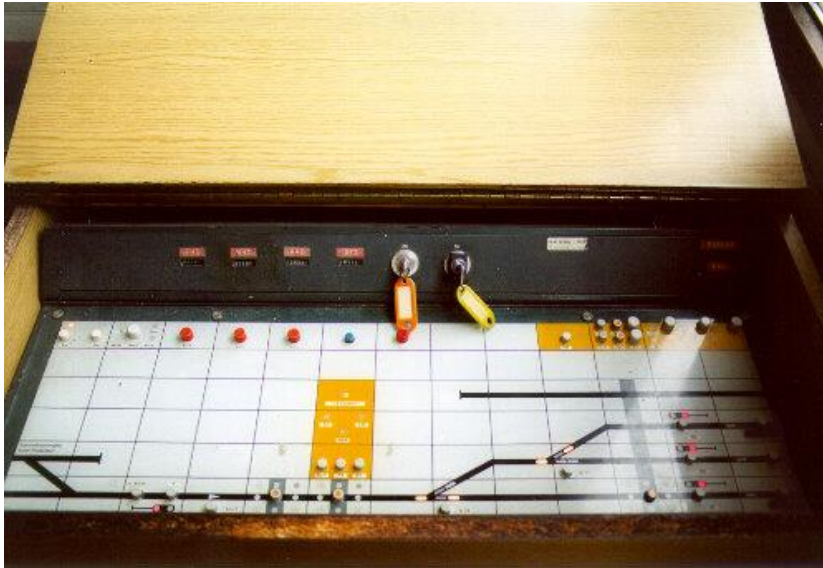


Abbildung 9: Stellkasten des Scheidt & Bachmann Stellwerks (Pfullendorf)

Quelle: www.stellwerke.de

3.1.1.5 Siemens

Die Gleisbildstellwerke, die von der Siemens AG hergestellt werden, werden dem Bedienungsprinzip nach als Drucktastenstellwerke bezeichnet. Bei allen Bauformen werden rechteckige, bedruckte Tischfelder mit hellgrauer Grundfarbe aus Aluminium verwendet (www.stellwerke.de). Die Bauformen unterteilen sich folgendermaßen:

Stellwerke nach Fahrstraßenprinzip: Dr I, Dr S, Dr S2, Dr S3

Stellwerke nach Spurplanprinzip: Sp Dr S57, Sp Dr S59, Sp Dr S60, Sp Dr S600



Abbildung 10: Stelltafel des Siemens Sp Dr S60 Stellwerks (Darmstadt Hbf)



Abbildung 11: Nummernstellpult Fahrdienstleiter (Darmstadt Hbf)

Quelle: www.stellwerke.de

3.1.1.6 WSSB

Das WSSB hat etwa 1955 mit der Herstellung von standardisierten Relaisstellwerken begonnen. Folgende Entwicklungsstufen werden unterschieden:

Stellwerke nach Fahrstraßenprinzip: GS I DR, GS II DR

Stellwerke nach Spurplanprinzip: GS II Sp 64 b, GS III Sp 68

Die Fahrstraßeneinspeicherung ist eine Besonderheit des WSSB-Gleisbildstellwerks. Diese betrieblich sehr sinnvolle, bedienerfreundliche Einrichtung wurde erstmals in der Bauform GS II DR verwirklicht. Sie ermöglicht die Eingabe (Vorwahl) sich ausschließender Fahrstraßen. Die eingespeicherte Fahrstraße stellt sich nach dem Auflösen der ersten feindlichen Fahrstraße sofort selbsttätig ein. Dies wird durch die reguläre Start-Ziel-Bedienung realisiert, nicht durch besondere Speicherblöcke für die Voreinwahl der Fahrstraßen (so wie bei einem Nummernstellpult) (www.stellwerke.de, www.berliner-stellwerke.de)

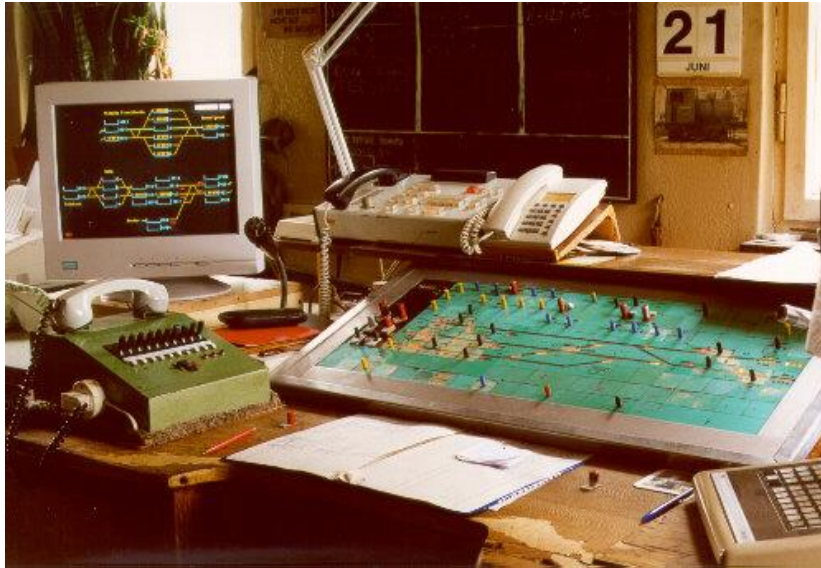


Abbildung 12: Stelltisch des GS II DR Stellwerks (Wildpark West)

Quelle: www.stellwerke.de

3.2 Anforderungsanalyse

Für den Begriff Anforderung bzw. den englischen Begriff Requirement, der synonym verwendet wird, finden sich in der Literatur verschiedene Definitionen (Versteegen, 2004), am gebräuchlichsten ist allerdings die Definition nach IEEE 610.12-1990 (IEEE, 1990). In Anlehnung an Götz (Götz, 2004a) soll folgende Definition daraus abgeleitet werden:

„Eine Anforderung ist eine Aussage über eine Eigenschaft oder Leistung eines Produkts, eines Prozesses oder der am Prozess beteiligten Ressourcen. „

Während Anforderungen die Soll Eigenschaften eines Produkts oder Prozesses beschreiben, charakterisieren Merkmale die tatsächlichen Ist-Eigenschaften, sind demnach also realisierte Anforderungen (Spath & Demuß 2003). Mit dem Begriff Stakeholder werden natürliche, juristische, aber auch abstrakte Personen und Gruppen bezeichnet, die direkt oder indirekt einen Einfluss auf die Anforderungen haben (Sophist Group, 2004).

Anforderungen sollen vollständig, korrekt, klassifizierbar, konsistent, prüfbar, eindeutig, verständlich, realisierbar und notwendig sein. Die Eigenschaften definieren die Qualitätsmerkmale der Anforderungen (Abran & Moore, 2004).

Der Begriff Anforderungsanalyse (Requirement(RE) - Engineering) bezeichnet ein methodisches Vorgehen zur Identifikation und Verwaltung relevanter Rahmenbedingungen an ein Softwareprodukt. Die Anforderungsanalyse besteht aus Tätigkeiten zur Ermittlung, Festlegung, Beschreibung, Analyse und Verabschiedung von Anforderungen (September, 1990). Entsprechend unterscheidet IEEE vier wichtige Teilaufgaben der Anforderungsanalyse (Abran & Moore, 2004)

- Anforderungserhebung (Requirements Elicitation)

-
- Anforderungsanalyse (Requirements analysis)
 - Anforderungsspezifikation (Requirements specification)
 - Anforderungsbewertung (Requirements validation)

3.2.1 Anforderungserhebung (Requirements Elicitation)

Bei der Erhebung der Anforderungen geht es darum, herauszufinden, worin eigentlich das Problem besteht, das es zu lösen gilt, und was der Kunde will. Typischerweise ist dies ein interaktiver, kooperativer Prozess bei dem insbesondere folgenden Einzelaktivitäten durchzuführen sind (Partsch, 1998).

- Entwicklung eines Verständnisses für die Problemstellung
- Durchführung von Bedarf- und Ist-Analyse
- Definition von Benutzerschnittstelle und –Profil
- Festlegung der Qualitätsmerkmale
- Bestimmung von Entwicklungs- und Zielumgebung
- Beschaffung fehlender Informationen.

Zu nächst gilt es ein Verständnis für die Problemstellung zu entwickeln, etwa dadurch, dass man sich mit dem Problemumfeld unter Einbeziehung des Kunden oder dem jeweiligen Anwendungsbereich des geplanten Systems auseinandersetzt (Gause & Weinberg, 1993).

Die Notwendigkeit für die Erstellung eines neuen Systems steht nicht immer zweifelsfrei fest. Daher wird im Rahmen einer Bedarfsanalyse zunächst untersucht, ob überhaupt eine solche Anforderung gebraucht wird. Dazu ist es erforderlich, die derzeit vorliegende Situation, die selbst wieder als (technisches oder organisatorisches) System aufgefasst werden kann, zu erfassen und analysieren (Ist-Analyse)(Partsch, 1998).

Die Benutzerschnittstelle umfasst zum einen die Funktionen, die die Benutzer des zukünftigen Systems von ihm erwarten, zum anderen aber auch Angaben darüber, wie die zukünftigen Benutzer mit dem System kommunizieren. Bezüglich der zukünftigen Benutzer ist zu unterscheiden menschlichen Benutzern und anderen Systemkomponenten, etwa im Zusammenhang mit technischen Systemen (Partsch, 1998).

Die Beschreibung der Benutzer des geplanten Systems ergibt das Benutzerprofil, dessen Bedeutung in der Praxis oft unterschätzt wird (Trauboth, 1983). Es enthält neben der Charakterisierung der verschiedenen Benutzer, unter andere detaillierte Angaben zu Anzahl und Häufigkeit der Benutzung des Systems sowie besonderen Wünschen und Ansprüchen der Benutzer (Partsch, 1998).

Sofern noch nicht im Rahmen der Bedarf- und Ist-Analyse oder der Festlegung des Benutzerprofils in ausreichendem Maße geschehen, müssen auch noch die an das geplante System zu stellenden Qualitätsmerkmale in Kooperation mit dem Kunden ermittelt werden. Hinweis darüber, welche Aspekte im Einzelnen dabei zu berücksichtigen sind, ergeben sich aus den hier einschlägigen Anforderungen (Partsch, 1998).

Ähnlich wie bei den Qualitätsmerkmalen ergeben sich aus den Vorgaben für die Systemerstellung und den Anforderungen an Prüfung, Einführung, Betrieb und Betreuung die wesentlichen Hinweise, welche Informationen zur Bestimmung von Entwicklungs- und Zielumgebung ermittelt werden müssen (Partsch, 1998).

Die Bestimmung der Anforderungen kann mit verschiedenen Methoden ausführen werde, z.B. Interviews, Focus Group, Fragebögen, Dokumentenanalyse, Beobachtungen, Prototypen und Brainstorming (Schaefer, 2010).

- Interviews: Im Interview stellt der Systemdesigner der Zielgruppe vorgegebene Fragen und protokolliert deren Antworten. Der Designer hat dadurch die Möglichkeit, auch neue Anforderungen zu erkennen oder implizite Anforderungen aufzudecken (Rupp, 2014).
- Focus Group: Als Focus Group bezeichnet man alle Personen oder Institutionen, die von der Systementwicklung, dem Einsatz und dem Betrieb des Systems betroffen sind. Stakeholder können beispielsweise Endbenutzer, Entwickler, Auftraggeber bzw. Kunde oder Marketing sein. Das zu entwickelnde System kann nur dann zur Zufriedenheit aller Stakeholder umgesetzt werden, wenn alle Stakeholder sowie alle relevanten Quellen ermittelt werden. Eine umfassende Berücksichtigung der möglichen Stakeholder-Klassen, die die verschiedenen Sichten und Bedürfnisse auf und an das System darstellen, ist die Voraussetzung für eine möglichst vollständige Abdeckung der Anforderungen (re-wissen.de).
- Fragebögen: In einem Fragebogen stellen Sie eine Reihe von geschlossenen und offenen Fragen, mit deren Hilfe Sie das Wissen der Zielgruppe ermitteln. Fragebögen sind insbesondere bei einer Produktentwicklung sehr gut geeignet, geplante Funktionalitäten des Produkts von einer großen Zahl von Testpersonen bewerten zu lassen und in offenen Fragen Verbesserungsmöglichkeiten zu ermitteln (Rupp, 2014).
- Dokumentenanalyse: Viele neu zu entwickelnde Informationssysteme basieren teilweise oder vollständig auf bereits bestehenden Systemen. Sofern die vorhandenen Unterlagen korrekt und aktuell sind, stellen sie einen guten Ausgangspunkt zur Anforderungserhebung dar. Solche Unterlagen können z.B. sein: Stellen- -der Arbeitsplatzbeschreibungen, Ausbildungsunterlagen, Aufgabenpläne, Vorhandene Programme und sowie. Das Studium der vorhandenen Unterlagen sollte zu Beginn der Erhebung stattfinden. Die Analyse vorhandener Dokumenten hat den Vorteil, rasch eine breite Informationsbasis zu liefern (Pernul & Unland, 2003).
- Beobachtungen: Bei der Ermittlung der Anforderungen werden die entsprechenden Anwender des Systems bei ihrer Arbeit beobachtet. Damit Systemdesigner Ihre Arbeitsschritte dokumentiert und daraus die vom System unterstützten Arbeitsabläufe ermittelt. Die Zielgruppen sind entweder größtenteils passiv an der Anforderungsermittlung beteiligt – wenn sie nur beobachtet werden-, oder sie vermitteln ihr Wissen aktiv, indem sie es dem Systemdesigner vorführen und lehren. Beobachtungen sind geeignet, um die Basisfaktoren für das System zu ermitteln. Beliebte Beobachtungstechniken sind Feldbeobachtung und Apprenticing (in die Lehre gehen) (Rupp, 2014).

-
- Prototypen: Ziel ist es, ein späteres System oder Teile eines späteren Systems (z.B. Benutzerschnittstelle) exemplarisch zu implementieren, um hiermit frühzeitig Qualitätseigenschaften überprüfen und die Kommunikation mit der Zielgruppe unterstützen zu können (re-wissen.de).
 - Brainstorming: Brainstorming ist eine der wohl bekanntesten Kreativitätstechniken für Anforderungsermittlung. Entwickelt wurde diese Methode Ende der 30 Jahre von Alex Osborn mit dem Ziel, die Qualität und die Quantität verkaufsfördernder Ideen zu erhöhen. Teilnehmer sammeln in einer Gruppe in einer Sitzung von typischerweise 20 Minuten Ideen und notieren diese zunächst ohne weitere Kommentare, auch wenn die Ideen noch so wirr und verrückt erscheinen. Die Teilnehmer nutzen die Ideen der anderen Teilnehmer, um eine neue eigene Ideen zu entwickeln. Anschließend werden die Ideen einer sorgfältigen Analyse unterzogen (Rupp, 2014).

Dieser Schritt ist eine der wichtigen Schritte. Für ein nutzerorientiertes und benutzerfreundliches Tool sollen die richtigen Anforderungen ermittelt werden, wo eigentlich das Problem besteht und was der Nutzer will. Die ermittelten Anforderungen wurden am Anhang in der Tabelle 7 aufgelistet. Es wird im nächsten Kapitel erklärt, warum diese Anforderungen beschrieben wurden.

3.2.2 Anforderungsanalyse (Requirements analysis)

Ermittelte Anforderungen sollen so beschrieben werden, dass sie eindeutig, testbar und verständlich sind. Die Anforderungsanalyse soll erleichtert werden, so dass Anforderungen schneller erstellt werden können und dennoch die Qualitätsmerkmale, die an Anforderungen gestellt werden, auch eingehalten werden. Dabei fallen insbesondere die folgenden Tätigkeiten an (Partsch, 1998).

- Exakte Formulierung der Einzelanforderungen
- Erkennung und Lösung von Konflikten zwischen den Anforderungen
- Entdecken Sie die Grenzen der Software

Um zu einer exakten Formulierung der Einzelanforderungen zu kommen, stellt sich die Frage, wie man dabei vorgehen kann oder sollte (Partsch, 1998). Dabei sollen die Qualitätsmerkmale der Anforderungen benutzt werden. Anforderungen sollen vollständig, korrekt, klassifizierbar, konsistent, prüfbar, eindeutig, verständlich, realisierbar und notwendig sein (Abran & Moore, 2004). In dieser Arbeit werden die Anforderungen so beschrieben, damit die Realisierung des modularen Aufbaus des Tools und beispielhafte Modellierung und Konzeption des Spurplanstellwerks erleichtert werden.

Bei der Anforderungsanalyse werden die Konflikte zwischen den Anforderungen erkannt und mögliche Lösungen untersucht. Wenn es ein Konflikt zwischen Anforderungen gibt, soll es ein Problem bei der Validation der Anforderungen sein. Deswegen sollen die Konflikte und Lösungen in diesem Schritt gefunden werden und die Anforderungen entsprechend der Qualitätsmerkmale definiert werden. Dieser Schritt ist wichtig für die Bewertung von Anforderungen (Partsch, 1998) (Abran & Moore, 2004).

In diesem Schritt werden die Grenzen der Software entdeckt, die bei der Konzeptgestaltung verwendet wird. Dies kann auch eine Ressourcenanalyse, die die Software und seine Kapazität enthält sein (Abran & Moore, 2004).

3.2.3 Anforderungsspezifikation (Requirements specification)

Aus der in einer systematischen Ermittlung gewonnenen Information wird im Definitionsprozess eine präzise Anforderungsspezifikation erstellt. Dabei fallen insbesondere die folgenden Tätigkeiten an (Partsch, 1998)

- Systematische Gruppierung und Klassifizierung der Einzelanforderungen
- Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den Einzelanforderungen
- Unterteilung in unbedingt notwendige und wünschenswerte Anforderungen (Priorisierung)

Nach der Anforderungsanalyse müssen die Anforderungen im nächsten Schritt einzelnen Gruppen zugeordnet und klassifiziert werden. Je größer und komplexer das Projekt ist, desto mehr unterschiedliche Anforderungen gibt es. Um hierbei nicht den Überblick zu verlieren, werden die Anforderungen in Gruppen eingeteilt (Partsch, 1998). In dieser Arbeit erfolgt die Gruppierung nach:

- Betroffene
- Ebene
- Gestaltungspunkt
 - Generell
 - Inhaltlich
 - Ergonomisch
 - Inhaltlich – Ergonomisch

Betroffene sind Lernende, Lehrende und Designer. Diese drei Gruppen sind direkt betroffen von den Ergebnissen der Arbeit. Gründe für diese Gruppierung sind

- Priorisierung der Anforderungen entsprechend der betroffenen Menschen: Die wichtigsten Nutzer des Tools sind die Lernenden. Deswegen haben Anforderungen, die den Lernenden betreffen, eine höhere Priorität (Partsch, 1998).
- Erhöhung der Lesbarkeit der Anforderungen: Gruppierung nach Betroffene erhöht die Lesbarkeit der Anforderungen, damit bei der Anforderungsanalyse (RE-Management) schnell die Anforderungen gefunden werden können, die es gerade benötigt.
- Mit Ebene ist gemeint, auf welcher Stufe die Anforderungen sich befinden, anders gesagt der Detaillierungsgrad der Anforderungen. Grund für diese Gruppierung ist
- Verbesserung des Verständnis zwischen den Ebenen: Jede Ebene steht für einen anderen Detaillierungsgrad der Anforderungen. Ebene 0 bedeutet, dass die Anforderungen nur sehr grob umrissen wurden. Die Ebenen 1, 2,... hingegen enthalten genaue Beschreibungen der Anforderungen. Für das Beispiel würde dies bedeuten, dass auf Stufe 0 nur formuliert ist, dass

das Selbstlerntool Feedback zum Lernfortschritt leisten soll. Auf nächste Stufe hingegen wird genau beschrieben, wie eine Feedback Schnittstelle eingebaut werden soll, wie das Tool optimiert werden kann bzw. welche Eigenschaften das Tool besitzen muss. Auf diese Weise ist es jedem möglich sich den Einblick zu verschaffen, den er gerade möchte, sowohl grob wie auch detailliert (Partsch, 1998).

In dieser Arbeit sind die Gestaltungspunkte generell, inhaltlich und ergonomisch.

Mit den Kriterien „Generelle Gestaltung“ wurden die generelle Struktur und Eigenschaften des Tools gemeint, z.B. „ortsunabhängig benutzbares Tool“.

Mit den Kriterien „Inhaltliche Gestaltung“ wurden die inhaltliche Struktur und Besonderheiten des Tools gemeint, z.B. „navigierbare oder schnell durchschaubare Lernplattform“.

Mit den Kriterien „Ergonomische Gestaltung“ wurden die ergonomische Struktur und Besonderheiten des Tools gemeint, z.B. „nicht eine Bildschirmseite überschreitende Wissensbasen“.

Grund für diese Gruppierung ist

- Orientierung zu Gestaltungskriterien: Bei der Gestaltung des Tools orientiert sich der Designer an den Gestaltungskriterien, damit Designer durch effiziente Nutzung der Zeit und Ressourcen die Anforderungen schneller umsetzen können.
- Mögliche Einteilung nach Funktionalität, Technik oder Qualität: Mit dieser Gruppierung sollen Softwareanforderungen vom Designer besser definiert werden (Abran & Moore, 2004).

Alle Gruppen (Betroffene, Ebene, Gestaltungspunkt) sind miteinander eng verbunden. Weswegen alle einen Einfluss bei der Gruppierung haben. Außerdem gibt es auch Vorteile von Gruppierung: schnell die Anforderungen zu finden und zu filtern und den Überblick über gestaltete Anforderungen zu halten.

Nach der Klassifizierung der Anforderungen werden die Prioritäten der Anforderungen vergeben um zu klären, in welcher Reihenfolge die Aufgaben oder Probleme am dringendsten gelöst werden.

Das Ziel der Anforderungspriorisierung ist es, diejenigen Anforderungen zu ermitteln, welche im Rahmen eines Projekts bevorzugt zu realisieren sind (Noack, 2001).

Der Nutzen der Anforderungspriorisierung besteht darin, dass aufgrund der Priorisierung der Anforderungen deutlich wird, welche Anforderungen Bestandteil eines „Projektkerns“ sind. Umgekehrt wird durch die Priorisierung der Anforderungen deutlich, welche Anforderungen weniger relevant sind und u.U. zurückgestellt werden können. Die Priorisierung von Anforderungen wirkt sich sowohl auf die Struktur als auch auf die Planung eines Systems aus. Die Voraussetzung der Anforderungspriorisierung sind (Noack, 2001)

- Existenz einer Anforderungsliste

-
- Möglichkeit, die vorliegenden Anforderungen insbesondere aus Sicht des Kunden zu bewerten
 - Möglichkeit, die vorliegenden Anforderungen insbesondere aus Sicht der Anwendungsentwicklung zu bewerten.

Das Ergebnis der Anforderungspriorisierung ist eine Liste von Anforderungen, welchen Prioritäten zugeordnet sind.

Die Kriterien zur Bewertung sind (Schreibmayr, 2009)

- Benutzerfreundlichkeit: In der Datenverarbeitung. Eigenschaft von Programmen oder Programmsystemen. B. liegt vor, wenn die Bedienung dieser Programme einfach ist, leicht erlernt werden kann und sich nach den Denk- und Arbeitsweisen der Benutzer richtet (Lexikon, 1995)(Richter, 1997). Deswegen es wichtig ist, an die Anforderungen die Kriterien der Benutzerfreundlichkeit sicherzustellen.
- Attraktivität: Die Gebrauchstauglichkeit trägt entscheidend zur Attraktivität einer Software und zur Zufriedenheit der Kunden bei und verbessert damit die Marktchancen der eigenen Produkte (Schneider & Bräutigam, 2011). Deshalb ist die Attraktivität eines der wichtigsten Kriterien.
- Erlernbarkeit: Die Verständlichkeit beschreibt einen relativen Aufwand, den typischer Anwender investieren muss, um das Software-basierte Programm und die Dokumentation zu verstehen. Die Erlernbarkeit bezieht sich darüber hinaus auf den Schwierigkeitsgrad, die Funktionalität nachhaltig zu begreifen und nachzuvollziehen (Cleff, 2010). Aus diesem Grund ist dieses Kriterium wichtig aus Sicht der Nutzer.
- Genauigkeit: Genauigkeit lässt sich mit Fehlerfreiheit gleichsetzen. Eine richtige Verarbeitung ist immer dann gegeben, wenn die Software die zu automatisierenden Aufgaben mit einem fehlerfreien Ergebnis oder der angeforderten Reaktion vollzieht (Cleff, 2010). Deswegen ist sie ein weiterer wichtiger Bewertungspunkt für die Anforderungen.
- Zeitdauer: die Umsetzung der Anforderungen kostet Zeit. Dieses Kriterium ist wichtig für diese Arbeit, weil in dieser Arbeit innerhalb einer bestimmten Zeit abgeschlossen werden muss. Dieses Kriterium wird verwendet, ob die Anforderungen in Bezug auf die Zeit umsetzbar sind.

Außerdem wurden die Anforderungen aus Sicht der Nutzer und Designer bewertet.

Bewertungskriterien aus Sicht der Nutzer (Noack, 2001)

- Nutzen aus Sicht der Nutzer
- Relevanz aus Sicht der Nutzer

Bewertungskriterien aus Sicht der Designer (Noack, 2001)

- Risiken zur Realisierung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde diese Bewertung in der Arbeitsgruppe gemacht und jede Anforderung wurde separat bewertet. Infolgedessen wurden die Bewertungsstufen als „Muss“ und „Kann“ definiert.

In der folgenden Abbildung 13 wurde einen Ausschnitt von der Anforderungsliste als Ergebnisse der Anforderungsanalyse gezeichnet.

ANFORDERUNGEN	Betroffene	Gestaltungspunkt	Muss	Kann	Umsetzbarkeit
ortsunabhängig benutzbar	Lernende	generell	X		X
zeitunabhängig benutzbar	Lernende	generell	X		X
betreuerunabhängig benutzbar	Lernende	generell	X		X
ohne tiefere Kenntnisse über die zugrunde liegende Technik benutzbar	Lernende	generell	X		X
objektives und methodisch sauberes Verfahren	Lernende	inhaltliche	X		X
auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmte Inhalte des Selbstlerntool	Lernende	inhaltliche	X		X
Korrektheit und Aktualität	Lernende	inhaltliche	X		X
Feedback zum Lernfortschritt	Lernende	inhaltliche	X		X
interaktive Tests und Übungen	Lernende	inhaltliche	X		X
verfügbares Wissensdefizite Button	Lernende	inhaltliche		X	X
nutzerfreundliches Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	ergonomisch	X		X
nicht eine Bildschirmseite überschreitende Wissensbasen	Lernende	ergonomisch	X		X
nutzerfreundliches Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	generell	X		X
ohne spezielle und vertiefte Programmierkenntnisse durchführbare Inhalte	Lehrende	generell	X		X
ein einheitliches und übersichtliches Auftreten bei der Gestaltung	Lernende	generell	X		X
einfache Organisationsform	Lernende	generell	X		X
nutzerfreundliches Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	inhaltliche	X		X
eine geordnete Struktur	Lernende	inhaltliche	X		X
mit einer wachsenden Komplexität bestehende Aufgaben	Lernende	inhaltliche	X		X
ein FAQ-Bereich**	Lernende	inhaltliche		X	
verfügbare aktuelle Übersicht über ihre Lernstände und Lernfortschritte*	Lernende	inhaltliche	X		X

Abbildung 13: Anforderungsliste als Ergebnisse der Anforderungsanalyse

3.2.4 Anforderungsbewertung (Requirements validation)

Nachdem in der Spezifikationsphase die Anforderungen festgehalten wurden, werden diese in der Phase der Verifikation und Validierung einer Qualitätssicherung unterzogen. Dabei werden verschiedene Qualitätsmerkmale (z.B. Verständlichkeit, Messbarkeit, Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit) begutachtet. Bei hohen Qualitätsanforderungen an die Software kann eine formale Überprüfung der Anforderungen notwendig sein. Um die Kommunikation mit den Stakeholdern zu unterstützen oder bestimmte Qualitätsmerkmale der Software schon in frühen Phasen überprüfen zu können, bietet sich weiterhin die Erstellung von Prototypen an. Für die Verifikation und Validierung von Anforderungen sind daher folgende Praktiken von Bedeutung (re-wissen.de).

- Anforderungen formal überprüfen: Ziel ist es, Anforderungen mit Hilfe formaler, mathematischer Techniken zu überprüfen, um dadurch insbesondere Konsistenz und Vollständigkeit sicherstellen zu können.
- Prototyping: Ziel ist es, ein späteres System oder Teile eines späteren Systems (z.B. Benutzerschnittstelle) exemplarisch zu implementieren, um hiermit frühzeitig Qualitätseigenschaften überprüfen und die Kommunikation mit den Stakeholdern unterstützen zu können.

-
- Usability überprüfen: Ziel ist es, die Gebrauchstauglichkeit eines Systems sicherzustellen.
 - Anforderungen reviewen: Ziel ist es, die Anforderungen systematisch zu inspizieren, um die Qualität eines Systems bereits in frühen Phasen der Softwareentwicklung sicherzustellen.
 - Tests zu Anforderungen vorbereiten: Ziel ist es, frühzeitig Testfälle für die Testphase vorzubereiten, um damit Feedback zur Überprüfbarkeit der Anforderungen zu erhalten.

In dieser Arbeit wurde Prototyping als Verifikationsmethode ausgewählt, weil diese Methode sowohl für das Projektziel passend als auch für das Projekt plausibel ist. Das Konzept, das am Ende des Projekts erreicht werden soll, wird mit dem Prototyp-Modell verwirklicht werden können.

Detaillierte Informationen des Prototyps und Umsetzung der Anforderungen an den Prototyp werden im nächsten Kapitel wieder aufgegriffen.

3.3 Modularisierung

Modularisierung ist die Zerlegung eines Systems in einzelne Module. Module helfen dabei die Funktionsweise eines Systems schrittweise zu erforschen und dienen dazu neue Systeme durch Wiederverwendung von Komponenten einfacher und schneller aufzubauen. Diese Konzepte sind natürlich für das Selbstlerntoolkonzept ebenso wichtig und erforderlich (Schmidauer, 2002).

Warum man die Modularisierung bei der Softwareentwicklung anwendet, und warum es unvermeidlich ist eine solche durchzuführen, wenn man ein mittleres bis großes Projekt vor sich hat, versuche ich mit Hilfe von Schlagwörtern zu erklären. Die Eigenschaften sind die Vorteile eines ordentlich modularisierten Systems (Figut, 2005) (Schmidauer, 2002).

- Verständlichkeit, durch das Zusammenfassen in große Komponenten wird eine leichtere Erkennung der Struktur erreicht
- Lokalität, die Änderungen in einem Modul sollen andere Module nicht betreffen
- Kombinierbarkeit, eine Rekombination soll denkbar sein, als Ergebnis ist aber auch ein anderes System zu erwarten
- parallele Entwicklung, damit ist die parallele oder zeitunabhängige Entwicklung einzelner Module gemeint, ist ein Vorteil eines ordentlich modularisierten Systems

Nach dem Vergleich der verschiedenen Bauformen und der Anforderungsanalyse wurden die Module des Selbstlerntools in dieser Arbeit definiert. Es wurde versucht, unter Berücksichtigung des Vergleichs und der Anforderungen die Module des Tools zu bestimmen.

In dieser Arbeit ist die wichtigste Zielgruppe Studierende, Akademiker und Fahrdienstleiter. Die Module sollen auf möglichst effizientem Weg über das Stellwerk bearbeiten und zur Zielgruppe lehren. Mit den Modulen soll die Zielgruppe motiviert werden, sich mit den Inhalten neben der

Ausbildung zu auseinanderzusetzen, um Handlungskompetenzen aufzubauen und das eigene Wissen zu stützen. Interaktive Übungen sollte auch als ein Modul integriert werden, in dem Lernende ihr eigenes Wissen überprüfen können. Daher sollen die Module in diesem Zusammenhang ausgewählt werden.

Im Rahmen der Arbeit wurden insgesamt sechs Module definiert. Fünf Module von denen leiten sich aus dem Bauformenvergleich ab. Die Eigenschaften der verschiedenen Bauformen wurden detailliert untergesucht und die Eigenschaften wurden unter bestimmten Themenüberschrift der funktionalen und technischen Aspekte gruppiert, wie am Anhang in der Tabelle ersichtlich. Mit Hilfe dieser Gruppierung wurden die Module definiert. Diese sind

- Aufbau des Sp-Stellwerks
- Bedienoberfläche
- Fahrstraßeneinstellung
- Fahrstraßenauslösung
- Besondere Funktionalitäten

Ein Modul, das „Übungen“ Modul wurde im Sinne des selbstgesteuerten Lernens definiert, in dem Lernende ihr eigenes Wissen überprüfen können.

Für die Lernenden ist es wichtig, zuerst das Stellwerk zu erkennen und einen Überblick über den Aufbau der gesamten Stellwerksanlage zu haben. Außerdem ist ein weiteres wichtiges Thema die Aufteilung der Räume in einem großen Dr-Stellwerk. Deswegen ist das erste Modul „Aufbau des Sp-Stellwerks“.

Nach dem ersten Schritt ist es für die Lernenden notwendig, die Bedienoberfläche des Stellwerks kennenzulernen. Der wichtigste Unterschied in einem Gleisbildstellwerk gegenüber herkömmlichen Stellwerken zeichnet sich dadurch dass alle Bedienungs- und Meldeelemente auf einer ebenen Bedienoberfläche angeordnet sind. Insbesondere steht Stelltisch als Bedienoberfläche in einem Gleisbildstellwerk. Beim größeren Stellwerk findet man auch die Stelltafel als Bedienoberfläche. Neben diesen zwei Haupteinrichtungen gibt es zusätzliche Einrichtungen, z.B. Störungsdrucker, Zugnummerndrucker, Zugnummernmeldeanlage und etc. Aus diesen Gründen ist das zweite Modul „Bedienoberfläche“.

Nach dem Lernen grundlegender Informationen und Spezifikationen des Stellwerks, ist es wichtig zu lehren, wie Fahrstraßen nach dem Start-Ziel Prinzip eingestellt werden und welche Regelungen es dafür gibt. Deswegen wurde als drittes Modul „Fahrstraßeneinstellung“ ausgewählt.

In dem Sp Dr S60 Stellwerk lösen sich die eingestellten Fahrstraßen im Regelfall automatisch aus, aber in einigen Fällen muss die Fahrstraße manuell zurückgenommen werden. Im vierten Modul wird angestrebt den Lernenden zu lehren, auf welche Weise sich Fahrstraßen selbsttätig auflösen, wann und wie die Fahrstraßen manuell zurückgenommen werden müssen. Deshalb ist das vierte Modul „Fahrstraßenauslösung“.

Nach dem Erlernen der grundlegenden Bedienung des Stellwerks ist es sinnvoll, die andere Spezialitäten und Funktionalitäten des Stellwerks zu lehren. In diesem Punkt können folgende Themen behandelt werden, wie Fahrstraßen über mehrere Stellbezirke hinweg eingestellt werden, auf welcher Weise Fahrstraßen gespeichert werden können, wie Selbststreckenblock und Bahnübergang eingeht sowie besondere Spezialitäten des Stellwerks. Deswegen ist das fünfte Modul „Besondere Funktionalitäten“.

Ein wesentlicher Bestandteil von Selbstlerntools ist der Testbereich. Der Testbereich enthält drei Arten von Fragen und eine Praxisübung als Beispiele. Für die Lernenden ist es sehr wichtig, einen guten Überblick über den Lernfortschritt zu haben. Deswegen wurde dieses Modul entwickelt und als letztes Modul „Übungen“ genannt.

In diesem Teil der Arbeit wurde erklärt, warum die Module so ausgewählt wurden. Im folgenden Kapitel werden die Module wieder separat behandelt.





4 Durchführung

In diesem Kapitel wird Design, Konzept und Umsetzung des Selbstlerntools im Hinblick auf die ermittelten und analysierten Anforderungen erklärt. Zuerst wird der wichtigste Punkt im Konzept betont. Dann wird das Design des Tools ausgeführt. Abschließend werden Charakteristika und Eigenschaften der interaktiven Lernplattform dargestellt.

4.1 Konzept

Nach der Brainstorming-Phase wurden auf Basis der ermittelten Anforderungen unter Anleitung eines Usability Ideen hinsichtlich der Gestaltung und des Inhaltes der zukünftigen Lernplattform entwickelt. Danach erfolgte die Erstellung eines Konzeptes auf dieser Grundlage. Dieses beinhaltet sowohl die zu beachtenden Rahmenbedingungen als auch die zu integrierenden Lerninhalte und die benötigten Interaktionselemente, beispielsweise den Lernkontext.

Der PC wurde als Vermittlungsmedium nach Abwägung von Vor- und Nachteilen ausgewählt.

Die Vorteile sind, (Dittler, 2011)

- Zeitliche und örtliche Unabhängigkeit: Lernender und Lehrender müssen nicht mehr zur selben Zeit an einem Ort zusammentreffen. Außerdem können die Nutzer dein Lerntempo selber einstellen und das Programm jederzeit pausieren.
- Aktualisierung: Mit Hilfe des Updates bleibt Lernmaterial also immer aktuell.
- Wiederholbarkeit: Dokumentation und Wiederholungen sind einfacher. Das eigene Lerntempo kann gefunden und den Vorkenntnissen angepasst werden. Lernobjekte sind wieder verwendbar.
- Interaktivität: Audio und Videodokumente sind leicht einzubinden, ebenso wie Animationen und interaktive Simulationen.

Die Nachteile, (Dittler, 2011)

- Selbstdisziplin: Die Lernenden müssen mit ihr Lernen selber organisieren.
- Mangelnder Klassenverband: Allein vor dem PC kommt eben doch nicht die traditionelle Unterrichtsform auf.
- Keinen direkten Ansprechpartner: Es gibt keinen direkten Betreuer, um sofort die Fragen zu beantworten oder zu helfen.

Die Zielgruppe, die Auszubildende, Studierenden, Akademikerin und Fahrdienstleiter umfasst, soll die Plattform in einem Web-Browser nutzen können, die Installation einer speziellen Software ist nicht notwendig. Basierend auf der Anforderungsanalyse und den Bauformenvergleich wurde die

Einteilung der Lerninhalte in die Modulbereiche „Aufbau des Sp-Stellwerks“, „Bedienoberfläche“, „Fahrstraßeneinstellung“, „Fahrstraßenauslösung“ und „Besondere Funktionalitäten“ festgelegt. Die verschiedenen Themen und Inhalte werden in jedem Bereich in verständlicher wissenschaftlich ausgearbeitet, mit Bezug zu den Regelwerken zu nehmen. Kleinere interaktive Übungen sollen ebenso enthalten sein. Der Inhalt ist praxisrelevant und das Tool beinhaltet Bilder, Animationen und Videos (z. B. von Betriebszustand, aufgenommen aus verschiedenen Ansichten). Außerdem wird die Lernplattform einen Übungsabschnitt besitzen, in dem Lernende ihre eigene Kenntnis prüfen können.

Das Konzept wird durch viele Faktoren beeinflusst und wird durch diese Faktoren bestimmt. Ein richtiges und benutzbares Konzept ergibt nur durch die Untersuchung aller Aspekte des Projekts. In diesem Zusammenhang haben folgende, in der Abbildung gezeigte Faktoren bei der Bestimmung des Konzepts mitbewirkt.

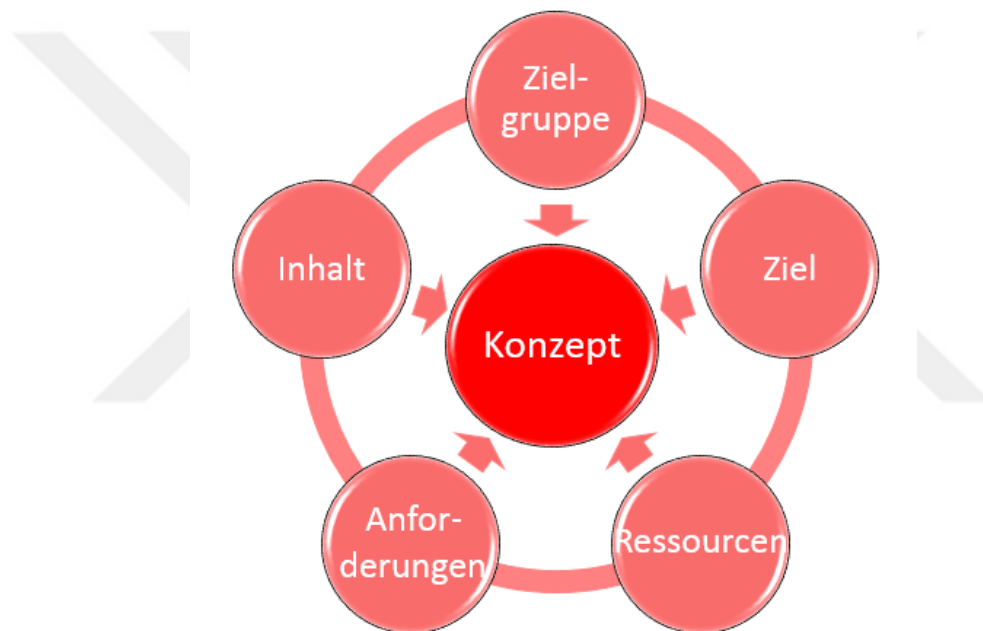


Abbildung 14: Einflussfaktoren bei der Bestimmung des Konzepts

Die Zielgruppe ist einer der wichtigsten Einflussfaktoren bei der Bestimmung des Konzepts, weil die Zielgruppe diese Gruppe direkt von den Ergebnissen dieser Arbeit und der Leistungsfähigkeit des Selbstlerntools betroffen ist. Deswegen werden die Anforderungen bei der Anforderungsklassifizierung erst zu den Betroffenen gruppiert, mit dem Ziel die Effizienz und die Verwendbarkeit des Tools zu erhöhen. Nachdem das Programm verwendet wird, berichten die Auszubildenden und Studierenden ihre Meinung und Kommentare über zu dem Programm, dadurch können sie bei der weiteren Entwicklungsphase des Programms mitwirken. Außerdem sind die wichtigsten Bestandteile, um den Erfolg des Programms zu testen.

Das Ziel der Arbeit wird nach der Wünschen der Zielgruppe bestimmt. Dies bildet die Grundlage für das Konzept der Arbeit. Der Kerngedanke des Konzepts und die darauf folgenden Schritte werden

dem Ziel entsprechend bestimmt. Deshalb ist es sehr wichtig für die Nachhaltigkeit und den Erfolg der Arbeit, das richtige Ziel zu identifizieren.

Der Inhalt, der eine lange Beschreibung der Arbeit ist, wirkt auf die Entwicklung des Konzepts. Das Konzept wird durch die bestimmenden Inhalte gebildet. Diese Inhalte wurden nach einem Bauformenvergleich bestimmt, der als Folge der umfangreichen Literaturrecherche und Forschungsergebnisse erstellt wird. Nach den Inhalten werden die Module definiert. Danach werden die Module in dem Konzept umgesetzt.

Die Anforderungen werden definiert, um das Konzept mit dem oben genannten Inhalt zu realisieren. Bei der Klassifizierung der Anforderungen werden die Anforderungen so gruppiert, damit das Konzept schnellster und effizientester Weg gebildet kann. Mit der Gruppierung wird der erste Schritt für die Priorisierung untergenommen. Dadurch werden die Anforderungen definiert, die in dem Konzept direkt umgesetzt werden müssen oder können. Nach diesen Anforderungen wird das Konzept entwickelt.

Die Ressourcen sind die Elemente, die vor, während und nach der Arbeit verwendet werden können. Einerseits werden die Ressourcen während der Forschungsperiode der Arbeit definiert. Andererseits zeigen sich die Ressourcen auch während der Konzeptstudien, damit die Gedanken über das Konzept begrenzt oder ausgeweitet werden.

Wie man der Abbildung 14 entnehmen kann, stehen die Faktoren sowohl untereinander, als auch mit dem Konzept in Beziehung. Und einzelne Entwicklungsschritte des Konzepts werden in der Abbildung dargestellt.

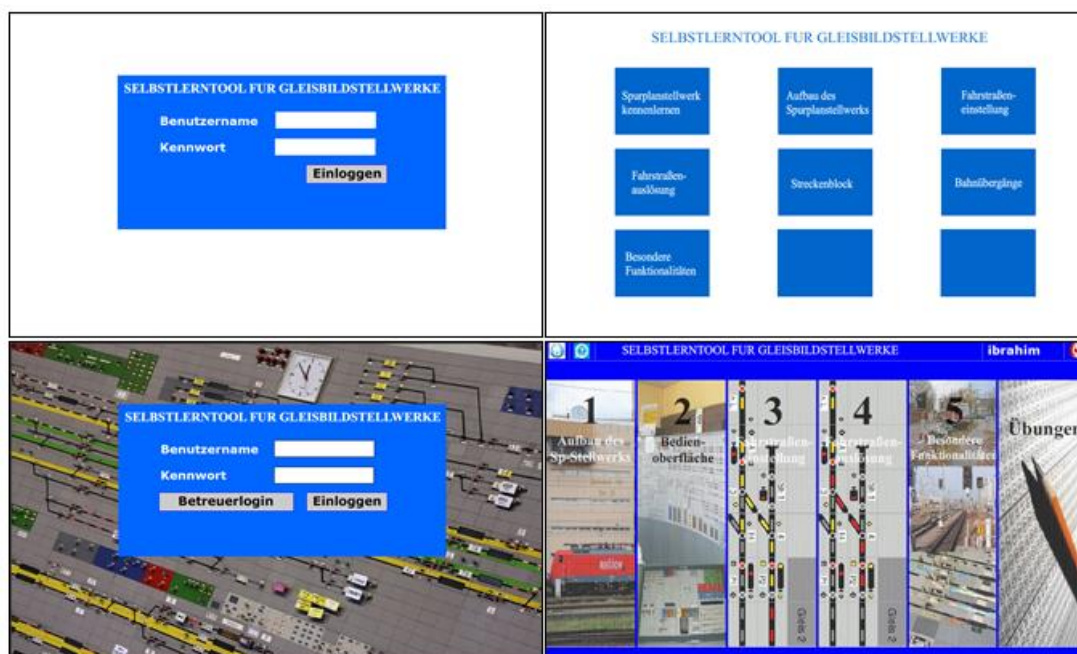


Abbildung 15: Entwicklungsschritte des Konzepts

4.1.1 Anforderungen

Die Bestimmung der Anforderungen kann mit verschiedenen Methoden ausgeführt werden, z.B. Interviews, Focus Group, Fragebögen, Dokumentenanalyse, Beobachtungen, Prototypen und Brainstorming (Schaefer, 2010). In dieser Arbeit wurden die Anforderungen nach Focus Group, Dokumentenanalyse, Beobachtungen, Prototypen und Brainstorming bestimmt. Im Folgenden Tabelle 3 werden erläutert, aus welcher Methode die Anforderungen abgeleitet wurden.

Anforderungen	Methode
ortsunabhängig benutzbar	Abgeleitet aus der Definition von Selbstgesteuertes Lernen (Simons, 1992)(Schiefele & Pekrun, 1996)
zeitunabhängig benutzbar	
betreuerunabhängig benutzbar	
ohne tiefere Kenntnisse über die zugrunde liegende Technik benutzbar	Abgeleitet aus Kriterien der Benutzerfreundlichkeit (Richter, 1997) (Nielsen, 1993)
objektives und methodisch sauberes Verfahren	
auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmte Inhalte des Selbstlerntool	
Korrektheit und Aktualität	
Feedback zum Lernfortschritt	Abgeleitet aus dem Ziel der Arbeit
interaktive Tests und Übungen	Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse und Beobachtungen (Dietsch & Naumann, 2014)
verfügbares Wissensdefizite Button	Abgeleitet aus der Brainstorming
nutzerfreundliches Selbstlerntool	Abgeleitet aus Kriterien der Benutzerfreundlichkeit (Richter, 1997) (Nielsen, 1993)
nicht eine Bildschirmseite überschreitende Wissensbasen	Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse (ISO/DIS 9241-11:1997)
ohne spezielle und vertiefte Programmiererkenntnisse durchführbare Inhalte	Abgeleitet aus der Anforderungen von Focus Group und Beobachtungen
ein einheitliches und übersichtliches Auftreten bei der Gestaltung	Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse (ISO/DIS 9241-11:1997) und aus der Prototypen
einfache Organisationsform	
eine geordnete Struktur	
mit einer wachsenden Komplexität bestehende Aufgaben	Abgeleitet aus der Anforderungen von Focus Group
ein FAQ-Bereich	Abgeleitet aus der Brainstorming

Anforderungen	Methode
verfügbare aktuelle Übersicht über ihre Lernstände und Lernfortschritte	Abgeleitet aus der Ziel der Arbeit
im Vordergrund stehende Ziele	Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse
bestimmte Rangordnung	Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse (ISO/DIS 9241-11:1997) und aus der Ziel der Arbeit
gekennzeichnete durch Überschriften und logisch strukturierte Inhalte	
leicht verständlich und aufschlussreich	
verfügbare Kommunikationswege	Abgeleitet aus der Beobachtungen und Anforderungen von Focus Group
die Lernplattform navigierbar oder schnell durchschaubar	□ Abgeleitet aus Kriterien der Benutzerfreundlichkeit (Richter, 1997) (Nielsen, 1993)
modifizierbares Selbstlernntool	
anpassbar und erweiterbar	
eine Sammlung von differenzierter Templates für Ansichten, Tests, Aufgaben, Einstiegsfälle und Kommunikation	□ Abgeleitet aus Kriterien der Benutzerfreundlichkeit (Richter, 1997) (Nielsen, 1993)(Kühl, 2010) und aus der Beobachtungen □ □
erweiterbares System um neue didaktische und methodische Elemente	
in einer Datenbank abgelegte und wiederverwendbare einzelnen Elemente eines Selbstlernntools, z. B. Texte, Grafiken, Fotos, Flash, Tests u. a.	
zuverlässiges Selbstlernntool	Abgeleitet aus Kriterien der Benutzerfreundlichkeit (Richter, 1997) (Nielsen, 1993) □
angebotene weiterführende Inhalte zum Vergleich	Abgeleitet aus der Anforderungen von Focus Group und Brainstorming
möglichst aktuelle und funktionierende interne wie externe Links	
ergänzte weitere Quellen bzw. Links im Internet	
gute Beispiele fördern	□ □ Abgeleitet aus der Ziel der Arbeit, Beobachtungen und Anforderungen von Focus Group
möglichst realitätsnah gestaltete Beispiele	

Anforderungen	Methode
die sich an Erfordernissen orientierte Lernaufgabe bei der virtuellen Lernumgebung	
modularisierte Lehrinhalten	Abgeleitet aus der Ziel der Arbeit
beliebig veränderte Inhalte	Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse (Richter, 1997) (Nielsen, 1993)□
Tracking von Userinnen und Personalisierung aufweisen	□Abgeleitet aus der Brainstorming
verschiedene Lehr- und Lernmodell	□Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse (Richter, 1997) (Nielsen, 1993) (Herczeg, 2009)□
die Wiederverwendbarkeit von erstellten Inhalten	□Abgeleitet aus Kriterien der Benutzerfreundlichkeit
kontrollierbare und lenkbare Benutzerkonten	Abgeleitet aus der Brainstorming
über die Erreichbarkeit und Nutzung von einzelnen Inhalten Statistiken	Abgeleitet aus der Beobachtungen und Brainstorming
konsequent problemorientierte gestaltete Lernprogramme	Abgeleitet aus der Dokumentenanalyse (Richter, 1997)(Pohl, 2007)(Herczeg, 2009)
Speicherfunktion	Abgeleitet aus Kriterien der Benutzerfreundlichkeit (Richter, 1997)(Nielsen, 1993)
Betreuer Schnittstelle	Abgeleitet aus der Brainstorming

Tabelle 3: Ableitung der Anforderungen

4.2 Design

Das Design des Selbstlerntools wurde durch Programmierung mit „Macromedia Flash 8“ realisiert. Zuerst wurde das Design-Arbeiten auf Papier begonnen. Nach dem Papiermodell wurde Brainstorming über verschiedenen Designvorschläge mit Hilfe der verschiedenen Programme gemacht, wie Power Point, Word und Flash. Beim Papier Modell werden die Themen unter Modulen aussortiert und es wurde versucht, das nützlichste Modell zu erreichen.

Das Design kann durch visuelle Programmiersprachen, wie beispielweise „Java“, „C++“, „Delphi“, „Macromedia Flash 8“ durchgeführt werden. Für die Design-Arbeiten wurde „Macromedia Flash 8“ zwischen verschiedenen Programmen ausgewählt. Der Grund dafür ist, dass Flash Programmierung für den schwächeren Programmierer eine schnelle, einfach veränderbar und steuerbare Programmiersprache ist. In dieser Arbeit werden von Nutzer und Betreuer wenige Programmierkenntnisse erwartet und das Selbstlerntool kann jederzeit inhaltlich verändert werden. Deswegen ist es auch einfach für Betreuer oder Administrator, das Tool zu modifizieren oder zu wechseln.

Das Selbstlerntool wurde als ortsunabhängig, zeitunabhängig und betreuerunabhängig benutzbar entwickelt. Die Nutzer können das Tool überall und zu jeder Zeit benutzen. Dafür brauchen sie nur ein PC und Internetanschluss für die Kommunikation.

Für ein nutzerfreundliches Selbstlerntool wurde bei der Programmierung geplant, ohne spezielle und vertiefte Programmiererkenntnisse ein von der Zielgruppe durchführbares Tool zu gestalten. Deswegen wurde eine einfache Organisationsform mit geordneter Struktur, einheitlichem und übersichtlichem Auftreten bei der Gestaltung angewendet.

Das Tool wurde in jeder Screen durch Überschriften gekennzeichnet. Die Inhalte wurden mit einer bestimmter Rangordnung und Nutzung differenzierter Templates für Ansichten, Tests, Aufgaben logisch strukturiert.

Als die andere Designpunkte wurde die Wissensbasen im Regelfall eine Bildschirmseite nicht überschritten, damit der Benutzer zielstrebig auf das Wissen vermittelt werden zu erreichen. Die Übungen sind leicht verständlich, aufschlussreich und mit steigendem Schwierigkeitsgrad. In dem Konzept wurden weitere Quellen gegeben, um weiterführende Inhalte zu vergleichen.

Das Design des Tools wird in Einloggen, Hauptmenü und Module erklärt.

4.2.1 Das Einloggen des Tools

Das Selbstlerntool wird mit einem Benutzernamen und Kennwort zur Verfügung gestellt. Benutzernamen und Kennwort sind personalisiert und werden von Betreuer oder Administrator dem Nutzer gegeben. Dadurch können die Benutzerkonten gesteuert und kontrolliert werden. Außerdem weist Personalisierung mit eigenen Benutzername und Kennwort auf.

4.2.1.1 Benutzer-Einloggen

Abbildung 16 zeigt das Einloggen Modus der Benutzer. Nachdem der Benutzer sich einloggt, erscheint das Hauptmenü. Eine Warnung wurde in beiden Eingabemodi gegeben, wenn ein falscher Benutzernamen oder ein falsches Kennwort eingegeben wurde.



Abbildung 16: Einloggen Modus für Benutzer

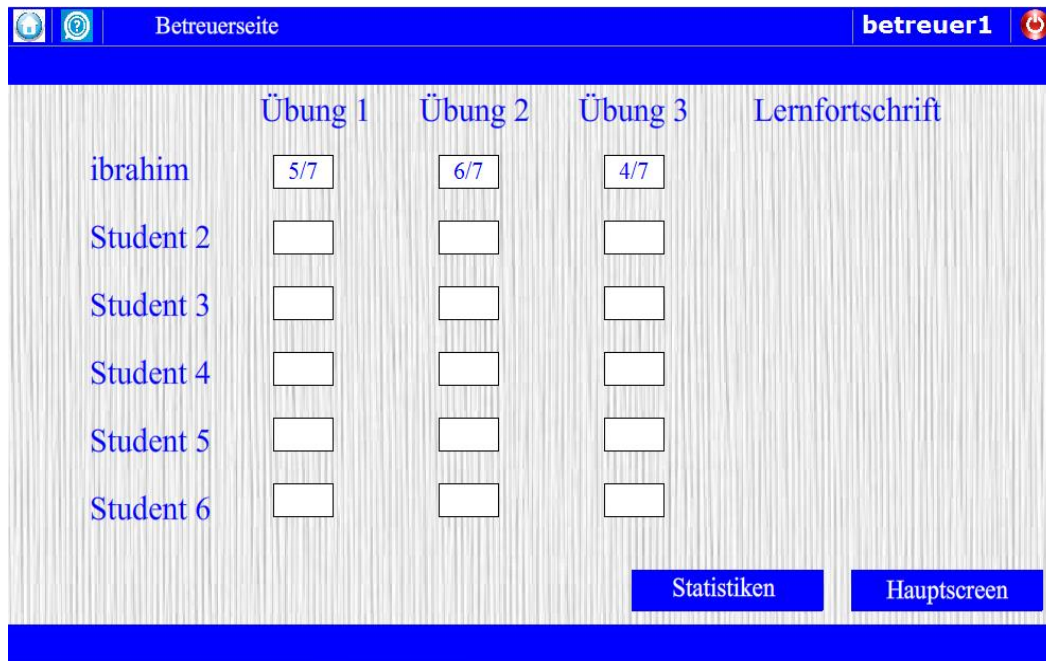
4.2.1.2 Betreuer-Einloggen

Benutzer- und Betreureinloggen wurden durch separate Schnittstellen verwirklicht. Das Einloggen in der Benutzersichten vom Betreuer wurde programmiert, um falsches Einloggen zu zeigen. Auch hier wurde eine Warnung in beiden Eingabemodi gegeben, wenn ein falscher Benutzername oder ein falsches Kennwort eingegeben wurde. Abbildung 17 zeigt das Einloggen Modus der Benutzer.



Abbildung 17: Einloggen Modus für Betreuer

Im Unterschied dazu tritt beim Benutzer-Einloggen eine Betreuer-Schnittstelle auf, wenn der Betreuer sich einloggt. Dieser Screen heißt „Betreuerseite“. Mit diesem Screen können die Betreuer die Ergebnisse der Übungen für jeden Studierenden sehen, um sich über deren Lernfortschritte zu informieren. Auf dieser Seite werden die von letzten Versuch gespeicherten Übungsergebnisse gezeigt. Diese Betreuer-Schnittstelle können die Betreuer ohne tieferes Wissen über die zugrunde liegende Technik benutzen.



	Übung 1	Übung 2	Übung 3	Lernfortschritt
ibrahim	5/7	6/7	4/7	
Student 2				
Student 3				
Student 4				
Student 5				
Student 6				

Abbildung 18: Betreuerseite

In dieser Seite gibt es auch ein Button, der „Statistiken“ heißt. Mit diesem Button können die Betreuer sich nach die Nutzung von einzelnen Inhalten Statistiken erkundigen. Mit Hilfe von Statistiken können häufig benutzen Inhalte, die meist besuchte und beliebte Module entdeckt werden, um die weiteren Revision des Tools weiterzuentwickeln. Mit dem anderen Button, das „Hauptscreen“-Button ist, können die Betreuer direkt zum Hauptmenü erreichen, ohne die Statistiken anzuschauen oder nach einem Blick auf die Statistiken zum Hauptmenü gehen. In der Abbildung 18 und Abbildung 19 wurden die Betreuerseite gezeigt.

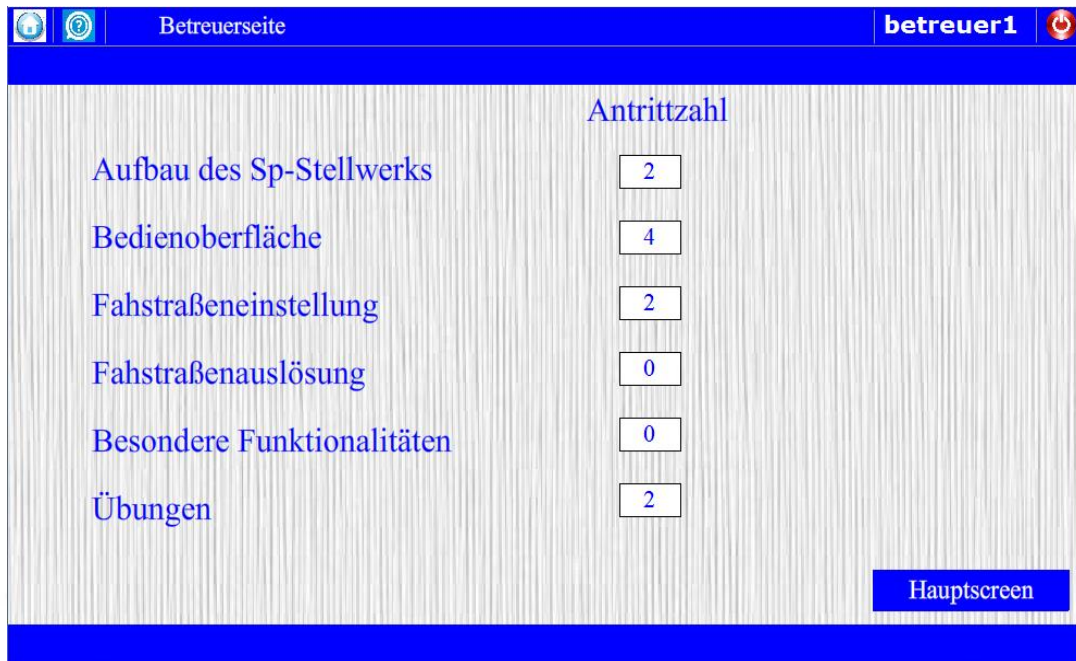


Abbildung 19: Statistiken Seite

4.2.2 Das Hauptmenü des Tools

Die Hauptmenü Seite, die nach der Anmeldung von Benutzer zugreifende Seite, ist in Abbildung 20 dargestellt. Mit Hilfe dieser Seite können die Nutzer die Module erreichen. Der Zugriff zu jedem Modul wird über einen eigenen Abschnitt zur Verfügung gestellt. Jedes Modul wurde mit eigener Modulnummer, Modulname und einem im Hintergrund stehenden Bild gezeigt. Diese Seite spiegelt das generelle Konzept des Selbstlerntools wider. Sie besteht aus mehreren Komponenten, um die Nutzung zu erleichtern. Die Komponenten wurden nummeriert, wie in der Abbildung 20 ersichtlich.

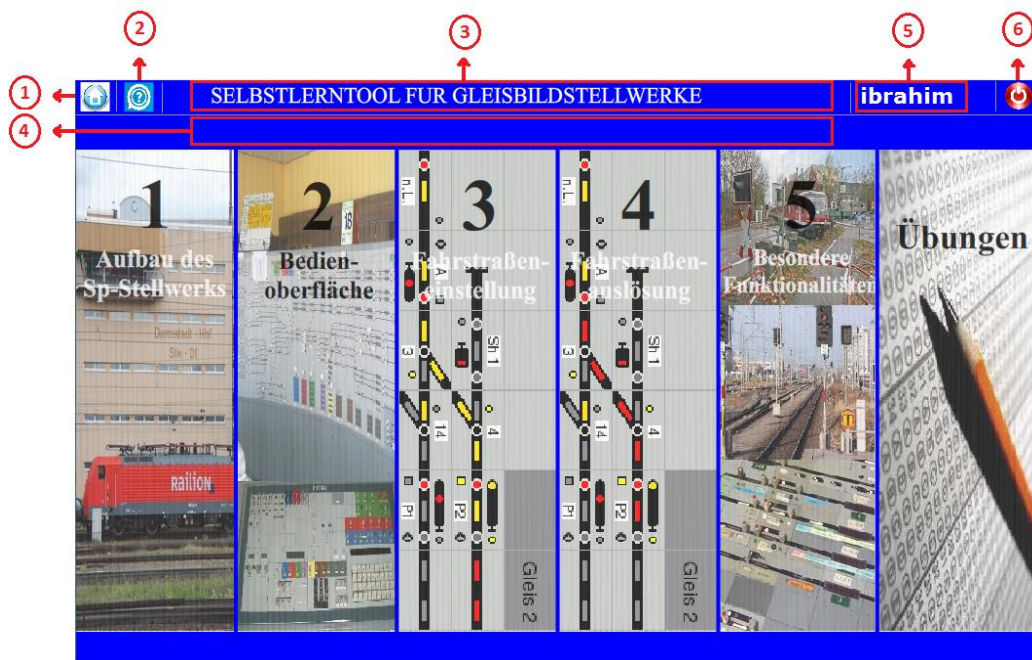


Abbildung 20: Hauptmenü

Die mit Nummer 1 gezeichnete Komponente ist der Hauptmenü-Button. Mit Hilfe dieses Buttons können die Nutzer jeder Zeit auf das Hauptmenü zugreifen und bearbeitete Module ändern. Der Hauptmenü-Button befindet sich in der linken oberen Ecke in jedem Screen.

Die zweite Komponente ist der Hilfe-Button. Mittels dieses Buttons können die Benutzer jederzeit den Betreuer erreichen, um ein Problem zu melden, undurchschaubare Punkte zu erfragen. Dieser Button befindet sich auch auf jedem Screen neben dem Hauptmenü-Button.

Das mit Nummer 3 markierte Feld ist der Navigationsbereich. Damit können sich die Nutzer gut orientieren und wissen jederzeit, welches Modul und welcher Teil aktiv sind. In diesem Bereich wird der aktive Bereich in der Form „Hauptmodul > Sub Modul > Untermodul“ gezeichnet. Zum Beispiel „2. Bedienoberfläche > Stelltisch > Tasten“.

Das nächste Feld, welches mit Nummer 4 bezeichnet ist, ist der Erklärungsbereich. In diesem Bereich wurde insbesondere im Testabschnitt erklärt, wie die Nutzer das Tool verwenden können.

Das mit Nummer 5 bezeichnete Feld ist der Benutzernamebereich. Er zeigt aktive Benutzer. Dieses Feld ist wichtig, wenn die Übungsergebnisse zum Betreuer geschickt werden. Die Wichtigkeit des Felds wird nochmal in dem Übungen Modul hervorgehoben.

Die letzte Komponente ist der Abmeldung Button. Mit Hilfe dieses Buttons können die Benutzer das Tool beenden.

Die Beschreibungen der Module wurden in jedem Modulabschnitt hinzugefügt, damit Nutzer erstes Feedback über der Module haben können. Die Beschreibungen werden mit der Mouse-over-Funktion erscheint, wie in der Abbildung 21 gesehen.



Abbildung 21: Darstellung des Hauptmenüs bei Anwahl des Moduls

4.2.3 Die Module

Die Module werden so gewählt, dass die Zielgruppe sich über das Spurplan-Stellwerk möglichst effizient informieren kann. In diesem Abschnitt wird jedes Modul untersucht und Informationen über den Inhalt gegeben.

4.2.3.1 Modul 1: Aufbau des Sp-Stellwerks

Dieses Modul ist der erste Schritt um Sp-Stellwerk kennenzulernen. Für die Lernenden ist es wichtig, zuerst das Stellwerk zu erkennen und einen Überblick über den Aufbau der gesamten Stellwerksanlage zu haben. Außerdem ist ein weiteres wichtiges Thema die Aufteilung der Räume in einem großen Dr-Stellwerk.

In diesem Modul wird erklärt, wie man Bauformen des Spurplan Stellwerks kennen können, was die Kurz-Bezeichnung bedeutet, welche Abkürzung für was steht, und wie ein Stellwerkgebäude aufgebaut wird.

Die folgende Abbildung 22 zeigt die Abkürzungen und die Bedeutungen der Spurplan 60-Stellwerke.

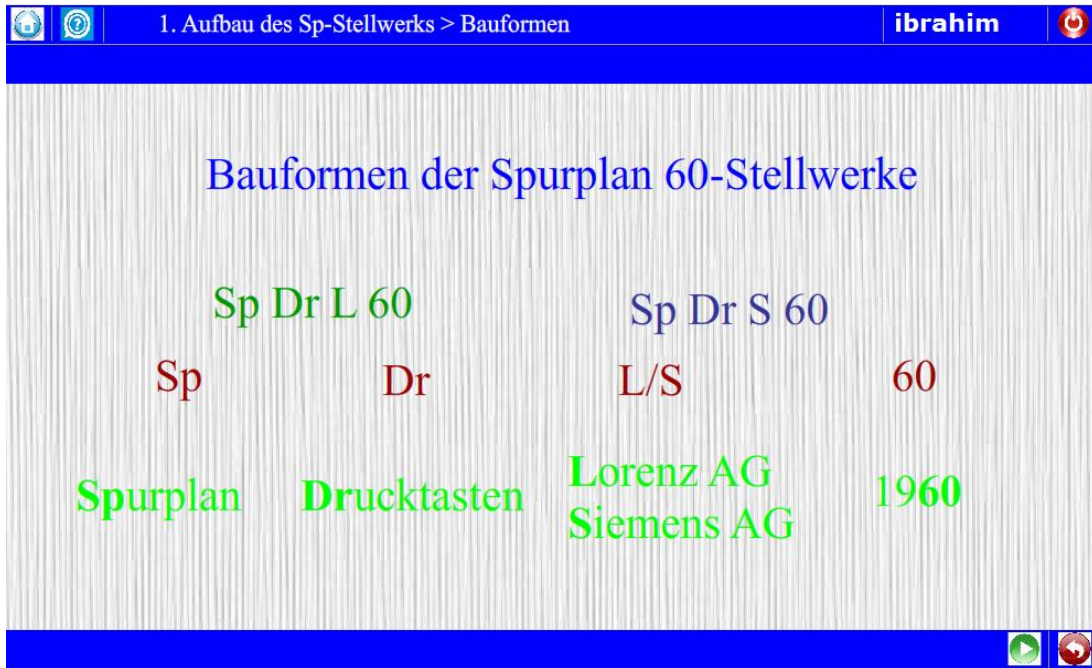


Abbildung 22: Bauformen der Spurplan 60-Stellwerke

Es gibt noch zwei Buttons in der unteren rechten Ecke des Bildschirms wie in der Abbildung gesehen. Der rote ist der Zurück-Button und der grüne ist der Weiter-Button. Die Benutzer können weiter und zurück mit dem grünen und roten Button gehen.

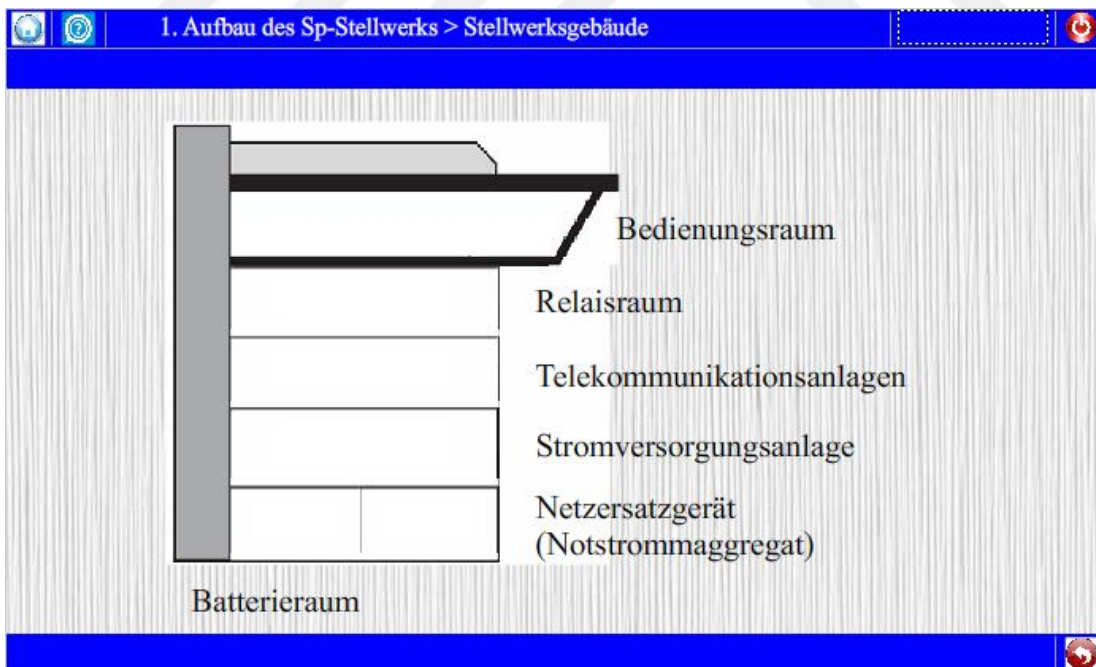


Abbildung 23: Stellwerksgebäude

Das nächste Thema in dem Modul „Aufbau des Sp-Stellwerks“ ist das Stellwerksgebäude. Die Räume im Gebäude können mit der Mouseover-Funktion ausgewählt werden und die Ausrüstung der

Räume können untersucht werden. Auch die Ausrüstungen können mit der gleichen Methode ausgewählt und untersucht werden. In der Abbildung 24 wird ein Beispiel für Raumauswahl gezeigt.



Abbildung 24: Bedienungsraum

4.2.3.2 Modul 2: Bedienoberfläche

Nach dem ersten Schritt ist es für die Lernenden notwendig, die Bedienoberfläche des Stellwerks kennenzulernen. Der wichtigste Unterschied von einem Gleisbildstellwerk gegenüber herkömmlicher Stellwerke zeigt sich darin, dass alle Bedienungs- und Meldeelemente auf einer ebenen Bedienoberfläche angeordnet sind. Insbesondere steht der Stelltisch als Bedienoberfläche in einem Gleisbildstellwerk. Beim größeren Stellwerk findet man auch die Stelltafel als Bedienoberfläche. Neben diesen zwei Haupteinrichtungen gibt es zusätzliche Einrichtungen, z.B. Störungsdrucker, Zugnummerndrucker, Zugnummernmeldeanlage und soweit.

In diesem Modul wird erklärt, was die Bedienoberfläche ist und aus welchen Elementen und Meldern sie besteht. Es wurde beschrieben, was Signale und Fahrwegelemente als Außenanlagen sind. Außerdem wurde erläutert, welche Einrichtungen es noch gibt, die das Stellwerk ergänzen.

Nach der Auswahl der Bedienoberfläche kommt die Seite von Untermenüs, die aus Stelltisch, Stelltafel und Zusätzliche Einrichtungen bestehen. Wenn beispielsweise Tasten im Menü ausgewählt wurde, erscheint die Tastenseite mit Bildern. Die Benutzer können auf dieser Seite wieder mit Mouseover-Funktion auf Bilder kommen, um die Funktionen der Tasten zu lernen. In der Abbildung 25 wurde es Schritt für Schritt gezeigt.



Abbildung 25: Bedienoberfläche – Stelltisch - Tasten

4.2.3.3 Modul 3: Fahrstraßeneinstellung

Nach dem Erlernen grundlegender Informationen und Spezifikationen des Stellwerks, ist es wichtig zu lehren, wie Fahrstraßen nach dem Start-Ziel Prinzip eingestellt werden und welche Regelungen es dafür gibt.

In diesem Modul wurde erklärt, wie Fahrstraßen nach dem Start-Ziel Prinzip eingestellt werden. Diese Regel wurde mit Hilfe einer Animation dargestellt. In der Abbildung 26 wurde die Animation Seite gezeigt.

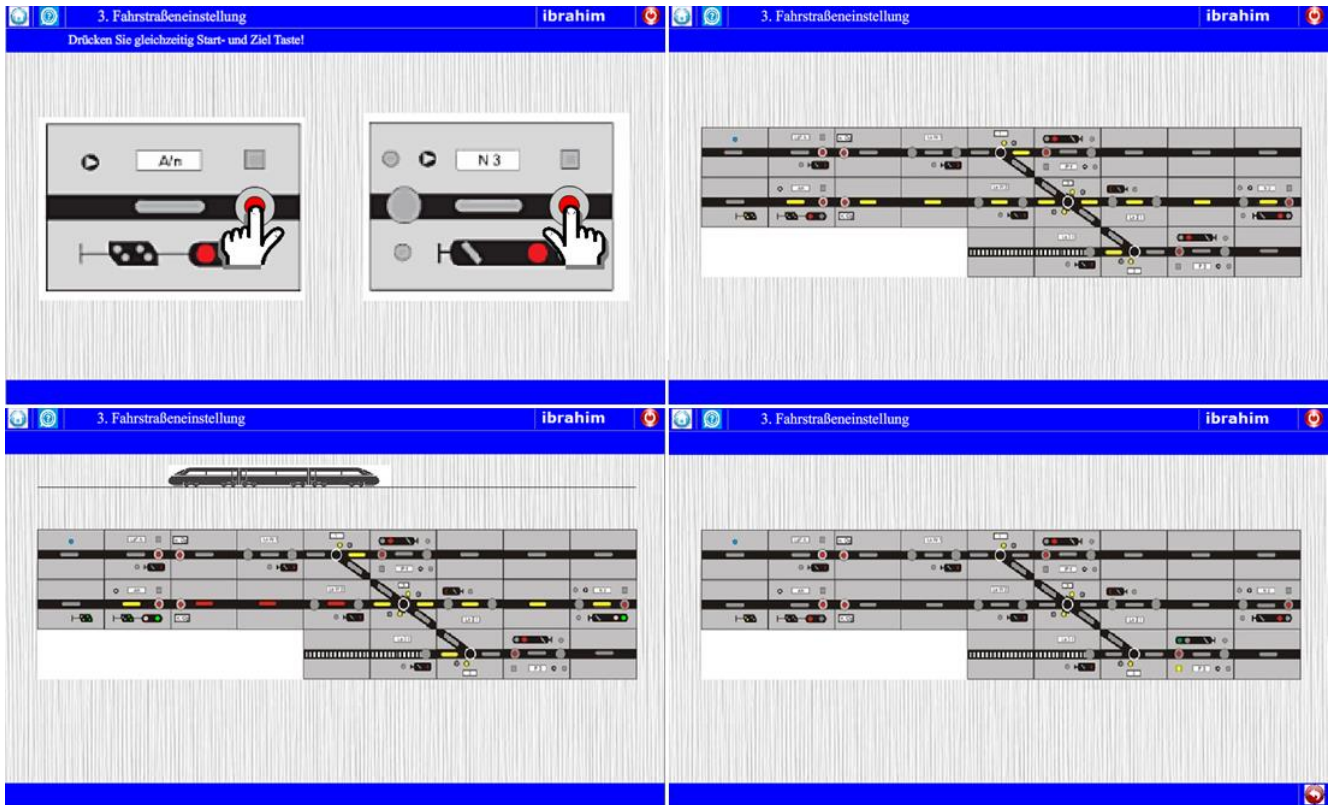


Abbildung 26: Fahrstraßeneinstellung

4.2.3.4 Modul 4: Fahrstraßenauslösung

In dem Sp Dr S60 Stellwerk löst sich die eingestellten Fahrstraßen im Regelfall automatisch aus. Aber in einigen Fällen muss die Fahrstraße manuell zurückgenommen werden. In vierten Modul wird es angestrebt die Lernenden zu lehren, auf welche Weise Fahrstraßen selbsttätig auflösen, wann und wie die Fahrstraßen manuell zurückgenommen werden müssen. In der Abbildung 27 wurde das Menu der Fahrstraßenauslösung gezeigt.



Abbildung 27: Fahrstraßenauslösung

4.2.3.5 Modul 5: Besondere Funktionalitäten

Nach dem Erlernen der grundlegenden Bedienung des Stellwerks ist es sinnvoll, die anderen Spezialitäten und Funktionalitäten des Stellwerks zu lehren. In diesem Modul können folgende Themen behandelt werden, wie Fahrstraßen über mehrere Stellbezirke hinweg eingestellt werden, auf welcher Weise Fahrstraßen speichern können, wie Selbststreckenblock und Bahnübergang eingeht und sowie besondere Spezialitäten des Stellwerks. In der Abbildung 28 wurde das Menu der besonderen Funktionalitäten gezeigt.

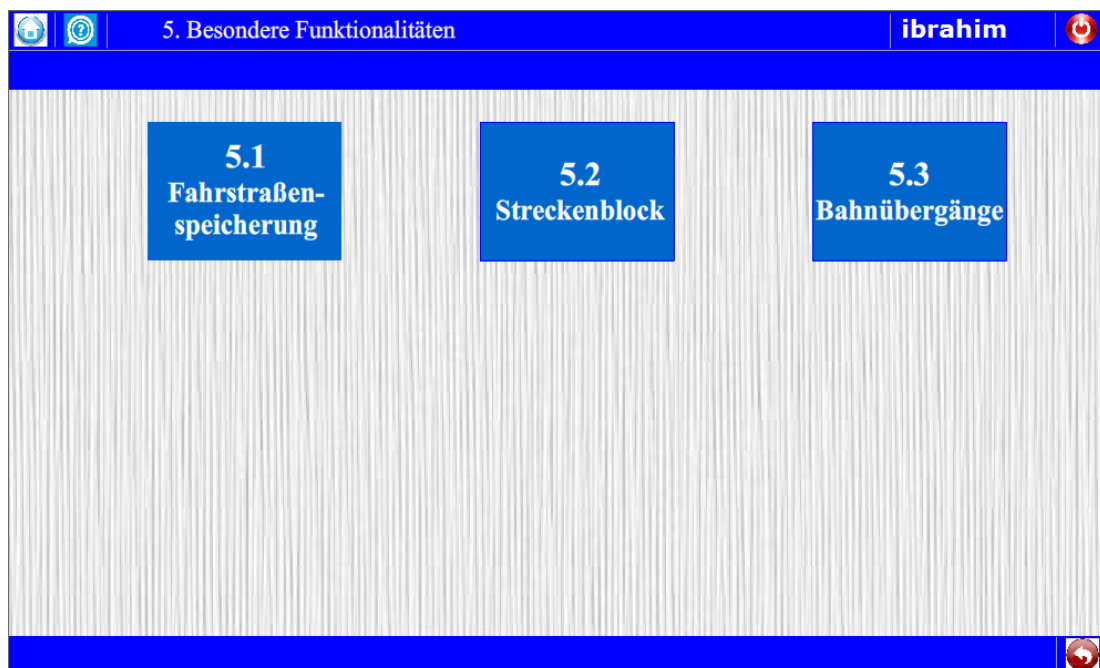


Abbildung 28: Besondere Funktionalitäten

4.2.3.6 Übungen Modul

Ein wesentlicher Bestandteil des Selbstlerntools ist der Testbereich. Das Übungen Modul besteht aus drei Fragenarten und ein Praxisübung. Diese Fragenarten sind Multiple-Choice, Drag & Drop und Richtig & Falsch, wie in der Abbildung 29 gesehen. Die Multiple-Choice Fragen haben vier Antwortalternativen und nur eine davon ist richtig. Die Drag & Drop Übung ist eine Zuordnungsübung und hat wird mit der Maus bedient. In dieser Übung werden die Fachwörter zur richtigen Zelle verschoben. Die Richtig & Falsch Übung ist auch ein Entscheidungsübung, die für jede Satz zwei Möglichkeit „Richtig“ und „Falsch“ besitzt. Ob die Frage richtig beantwortet wurde, kommt als direktes Feedback mit einer Punktzahl. Diese direkte Rückmeldung soll das Speichern der korrekten Antwort und den direkten Wissensabgleich unterstützen.

Praxisübung ist eine Übung, damit die Lernenden Nutzung des Stellwerks praktizieren können. In dieser Übung wird von der Lernenden angefordert, die richtige Fahrstraße für von einem Punkt zum anderen fahrenden Zug einzustellen. In der Abbildung 30 wurde diese Übung gezeigt.

The screenshot displays the 'Übungen' (Exercises) module interface. It features a sidebar on the left with four exercise types: Übung 1 (Multiple-Choice), Übung 2 (Drag & Drop), Übung 3 (Richtig & Falsch), and Übung 4 (Praxisübung). The main area shows the selected exercise, Übung 1, which is a Multiple-Choice question: 'Wie erfolgt die Fahrstraßenbildung im SpDrS60?'. The options are: A. Fahrstraßentaste + Signaltaste, B. von Signal zu Signal, C. Starttaste am Startsignal und einer Zieltaste im Gleis, and D. Automatisch. The score is 0. Below this, the interface shows Übung 2 (Drag & Drop) and Übung 3 (Richtig & Falsch). Übung 2 involves matching signal types (Vorsignal mit Zs 3v, Hauptsignal, Mehrabschnittssignal, etc.) to their corresponding signal types. Übung 3 is a True/False question about the SpDrS60. The interface includes a 'Kontrollieren' (Check) button and a 'Wenn Sie dieses Button drücken, werden Ihre Antworten überprüft werden und wird Test zu beenden' (When you press this button, your answers will be checked and the test will end) message.

Abbildung 29: Fragenarten bei der Übungen

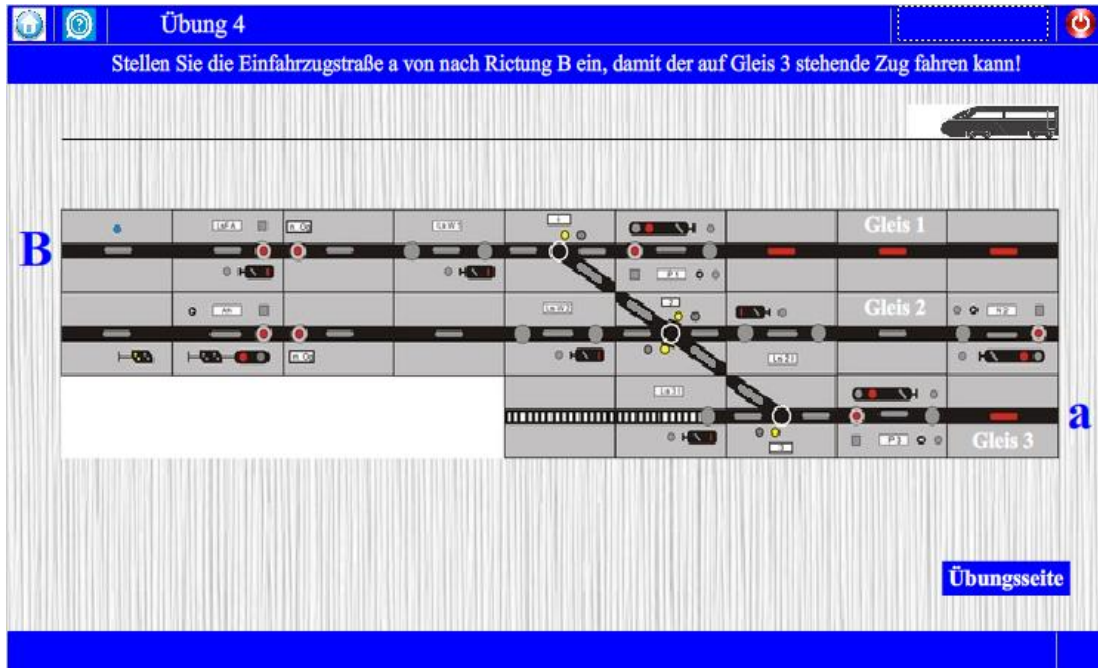


Abbildung 30: Praxisübung

Die Übungsergebnisse werden nach Stärken und Schwächen aufgegliedert, so dass man im Weiteren das Wissen in den problematischen Bereichen intensivieren kann.

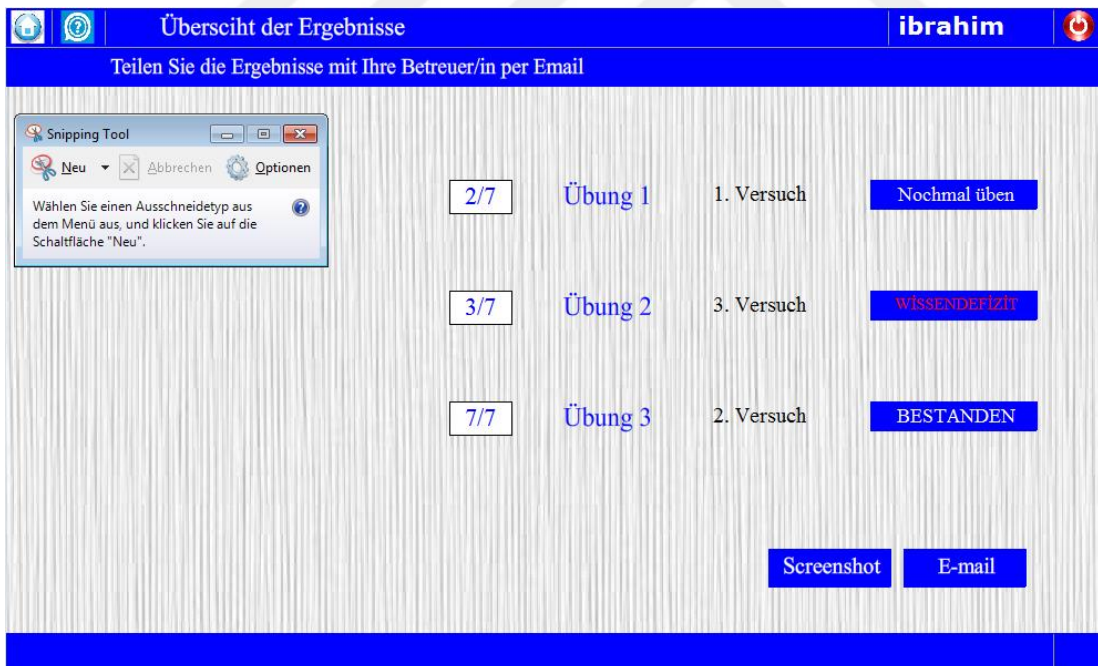


Abbildung 31: Übersicht der Ergebnisse

Die Übungen im Selbstlerntool wurden so gestaltet, dass jede Übung bis zu dreimal überprüft werden kann und mindestens jeweils 4 Punkte erreicht werden müssen, um Übung zu bestehen.

Wenn alle Fragen beim ersten oder zweiten Versuch nicht richtig beantwortet, kommt automatisch ein „Nochmal üben“ Button. Damit kann der Übungsteil bis zu dreimal wiederholt werden.

Wenn alle Fragen in einem der 3 Versuche richtig beantwortet wurden, kommt automatisch ein „Bestanden“ Button. Damit schließt sich dieser Übungsteil.

Wenn Benutzer diese Punktzahl nicht in 3 Versuche erhalten, kommt automatisch ein „Wissendefizit“ Button. Mit Hilfe dieses Buttons wird der Benutzer zu einer anderen Seite umgeleitet werden. Auf dieser Seite kann der Benutzer mir der Übung relevante Ressourcen und richtige Antworten auf die Fragen finden. Eine Übersicht der Übungsergebnisse wird in der Abbildung 31 gezeigt.

Die Ergebnisse können dem Betreuer gesendet werden. Dafür wurden zwei Buttons eingerichtet, der Screenshot und der E-Mail Button. Wenn Benutzer auf den Screenshot-Button klicken, läuft automatisch ein Screenshot Programm, das Snipping Tool heißt und sich auf jeder Windows Plattform befindet. Mit diesem Programm kann der Benutzer Übungsergebnisse im Screenshot zum Betreuer schicken. Dafür gibt es auch einen E-Mail Button. Damit kann Benutzer zum Betreuer direkt eine E-Mail schicken, ohne das Selbstlerntool zu verlassen, wie in Abbildung 32 gesehen.

Abbildung 32: Ergebnisse Mitteilungsform

In dieser Form wurde Betreff, E-Mail von Betreuer und Text definiert, allerdings ist alles wieder wechselbar. Mit dem Senden Button wird das Mail Programm-Microsoft Outlook automatisch aufgerufen und danach kann der Benutzer eine E-Mail senden.

Alle Module des Konzepts wurden einfach gestaltet um als Modell für weitere Entwicklungen zu dienen. Die Übungen wurden daher nur beispielhaft dargestellt. Dieses Konzept ist wichtig, um die Machbarkeit und die Benutzbarkeit des Tools aufzuzeigen. Durch die Weiterentwicklungen und Erhöhung des Detaillierungsgrads der Konzeptphase kann ein vollkommen funktionsfähiges Tool erreicht werden.

4.3 Die interaktive Lernplattform

Das Arbeitsergebnis, das als interaktive Lernplattform definiert ist, ist ein klickbares Modell einer webbrowerbasierten oder flashbasierten Konzepts, da Übungen und ausgewählte Lehrinhalte kombiniert. Die Plattform wurde unter Berücksichtigung der Grundlagen des Spurplanstellwerks mit Personalisierung Funktion gestaltet. Es macht möglich, persönliche Ergebnisse zu speichern und individuelle Übungsergebnisse zu sehen. Damit hat die Zielgruppe die Chance, sich zum selbständigen Lernen zu motivieren und immer wieder ihre Leistung zu testen und zu verbessern. Die Plattform ist nun beispielhaft mit Lehrinhalten designt. In der Tabelle 4 werden die Eigenschaften der Lernplattform summarisch gelistet.

Name		Selbstlerntool für Gleisbildstellwerke
Zielgruppe		Studierende, Auszubildende, Akademiker Fahrdienstleiter,
Technische Voraussetzungen		Computer mit einem Internet-Zugang (für E-Mail notwendig)
Anforderungen an den Benutzer		Grundwissen Stellwerkbetrieb, gute Deutschkenntnisse
Lernziele	Studierende	Selbstständiges Lernen
	Auszubildende	Praktisches Üben
	Akademiker	Selbstüberprüfung vor dem Lehren Praktisches Üben
	Fahrdienstleiter	über verschiedene Betriebszustände arbeiten Reaktion auf sichtbare oder plötzlich auftretende Ereignisse Selbstständiges Lernen Praktisches üben
Zugangsvoraussetzung		Benutzername und Kennwort wird von dem Betreuer zur Verfügung gestellt
Datensicherheit		Zugang mit individueller Kennwort
Inhalte		Individuelles Profil Übungsbereich Aktuelle ergänzte Quellen verfügbarer Kommunikationsweg
Betreuer		Betreuerunabhängig

Tabelle 4: Eigenschaften des Selbstlerntools

Dieses Selbstlerntool ist völlig unabhängig von Betreuer, Zeit und Ort. Nur wenn der Benutzer es wünscht, kann den Betreuer kontaktieren und Fragen stellen. Der Benutzer prüft den Lernfortschritt erst nur selbst. Erst wenn diese Ergebnisse gespeichert werden, kann der Betreuer es sehen. Dies ist

wichtig, um Daten zu schützen. Außerdem wird so auch die Motivation der Benutzer erhöht. Der Benutzer kann sich irgendwann und irgendwo mit der Lernplattform und der Übungen beschäftigen, ohne sich unter Druck fühlen.

Die Inhaltsbereiche orientieren sich an den fünf Hauptmodulen und einem Übungen Modul. Jeder Bereich hat ein eigenes Bild, das im Hintergrund zu sehen ist. Die Beschreibungen der Module wurden in jedem Modul Abschnitt addiert, damit Nutzer erstes Feedback zu den Modulen haben können. Die Beschreibungen erscheinen mit der Mouse-over-Funktion.

Die Lernenden sollen in der Lage sein, sichtbare oder plötzlich auftretende Ereignisse aus dem alltäglichen Bahnbetrieb zu analysieren und zu lösen. Denn gefährlichen Ereignissen nach AEG(Allgemeines Eisenbahngesetz- Allgemeinverfügung zum Melden von gefährlichen Ereignissen im Eisenbahnbetrieb) sind,

- Unfall
 - Kollision
 - Entgleisung
 - Personenunfall
 - Bahnübergangsunfall (Zusammenprall)
 - Fahrzeugbrand
 - Sonstiger Unfall im Eisenbahnbetrieb
- Störung
 - Vorbeifahrt eines Zuges am Haltbegriff
 - Unzulässige Einfahrt in einen besetzten Gleisabschnitt
 - Störung am Bahnübergang
 - Störung am Fahrzeug
 - Störung an der Infrastruktur
 - Störung durch betriebliche Fehlhandlung

In diesen Situationen müssen die Fahrdienstleiter vorsichtig sein und beeinflusste Züge auf alternative Wege umleiten. Aus diesem Grund liegt der Fokus des Selbstlerntools sowohl auf allgemeinem Wissen als auch auf seltenen Ereignissen. Dafür werden Text, Bilder, Animationen und Videos als Weg zum Wissenserwerb verwendet. Der PC ist eine Mensch-Maschine Schnittstelle in dieser Arbeit. Die verschiedenen Arten von Übungen spielen eine wichtige Rolle an dieser Stelle und stellen für Interaktion mit PC ein Beispiel dar.

Die Lernplattform kann mit dem Inhalt erneuert werden und auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmt werden. Aktualität und Korrektheit kann durch beliebig veränderbare Inhalte der Plattform gewährleistet werden. Sie bietet auch verschiedene Lehr- und Lernmodelle. Der Benutzer kann sich mit der Wissensdefizit-Funktion auf die problematischen Bereiche fokussieren und seine Stärken und Schwächen sehen.

In diesem Kapitel wurden die Eigenschaften und Design-Details beschrieben. Im nächsten Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit erklärt.





5 Ergebnisse und Diskussion

Das Ergebnis des Projekts ist ein klickbarer Prototyp des Selbstlerntoolkonzepts für Gleisbildstellwerke. Um eine hohe Akzeptanz der Lernplattform zu gewährleisten, wurden die Anforderungen unter Berücksichtigung der Wünsche und Bedürfnisse der Benutzer definiert, weswegen der Ansatz des Usability-Engineering genutzt wurde. Dieser wurde in den Entwicklungsprozess integriert. Das Fehlen einer derartigen Lernplattform im Eisenbahnbetriebsfeld hat gezeigt, dass es Bedarf an solch einem Selbstlerntool neben der Ausbildung gibt. Die Anwendung des Tools ist eine gute Möglichkeit, die Lernmotivation aufrecht zu erhalten und vor allem Lernenden nachhaltiges Wissen zu vermitteln, worauf die Auszubildenden im Berufsleben zugreifen können. Das erstellte Konzept ist repräsentativ für weitergehende Forschung im Themenfeld des interaktiven Lerntools bei Ausbildungen im Bahnbereich. Mit Hilfe dieses Tool können die Nutzer früher in Kontakt mit dieser Thematik treten. Infolgedessen können sie die Effizienz und den Erfolg in der Ausbildung steigern.

Jede der beschriebenen Anforderungen ist ein Designfaktor bei der Gestaltung und die wichtigsten dynamische Komponenten im Verlauf der Arbeit. Die Konzeptstudie wurde mit der Verifizierung der Anforderungen beendet. In der Tabelle 5 werden die Anforderungen mit der Umsetzbarkeit gelistet.

Anforderungen	Umsetzbarkeit
ortsunabhängig benutzbar	✓
zeitunabhängig benutzbar	✓
betreuerunabhängig benutzbar	✓
ohne tiefere Kenntnisse über die zugrunde liegende Technik benutzbar	✓
objektives und methodisch sauberes Verfahren	✓
auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmte Inhalte des Selbstlerntool	✓
Korrektheit und Aktualität	✓
Feedback zum Lernfortschritt	
interaktive Tests und Übungen	✓
verfügbarer Wissensdefizite Button	✓
nutzerfreundliches Selbstlerntool	
nicht eine Bildschirmseite überschreitende Wissensbasen	✓
ohne spezielle und vertiefte Programmiererkenntnisse durchführbare Inhalte	✓
ein einheitliches und übersichtliches Auftreten bei der Gestaltung	✓

Anforderungen	Umsetzbarkeit
einfache Organisationsform	✓
eine geordnete Struktur	✓
mit einer wachsenden Komplexität bestehende Aufgaben	✓
ein FAQ-Bereich	**
verfügbare aktuelle Übersicht über ihre Lernstände und Lernfortschritte	✓*
im Vordergrund stehende Ziele	**
bestimmte Rangordnung	✓
gekennzeichnete durch Überschriften und logisch strukturierte Inhalte	✓
leicht verständlich und aufschlussreich	✓
verfügbare Kommunikationswege	✓
die Lernplattform navigierbar oder schnell durchschaubar	✓
modifizierbares Selbstlerntool	
anpassbar und erweiterbar	✓
eine Sammlung von differenzierter Templates für Ansichten, Tests, Aufgaben, Einstiegsfälle und Kommunikation	✓
erweiterbares System um neue didaktische und methodische Elemente	✓
in einer Datenbank abgelegte und wiederverwendbare einzelnen Elemente eines Selbstlerntools, z. B. Texte, Grafiken, Fotos, Flash, Tests u. a.	✓
zuverlässiges Selbstlerntool	✓
angebotene weiterführende Inhalte zum Vergleich	
möglichst aktuelle und funktionierende interne wie externe Links	✓
ergänzte weitere Quellen bzw. Links im Internet	✓
gute Beispiele fördern	
möglichst realitätsnah gestaltete Beispiele	✓
die sich an Erfordernissen orientierte Lernaufgabe bei der virtuellen Lernumgebung	✓
modularisierte Lehrinhalte	
beliebig veränderte Inhalte	✓
Tracking von Userinnen und Personalisierung aufweisen	✓
verschiedene Lehr- und Lernmodell	✓
die Wiederverwendbarkeit von erstellten Inhalten	✓

Anforderungen	Umsetzbarkeit
kontrollierbare und lenkbare Benutzerkonten	✓*
über die Erreichbarkeit und Nutzung von einzelnen Inhalten Statistiken	✓*
konsequent problemorientierte gestaltete Lernprogramme	✓
Speicherfunktion	✓*
Betreuer Schnittstelle	✓*

Tabelle 5: Umsetzbarkeit der Anforderungen

Die umgesetzten Anforderungen bei der Gestaltung des Konzepts können in dieser Tabelle gesehen werden. Manche Anforderungen sind vollständig und manche sind unvollständig aufgrund einiger Einschränkungen umgesetzt. Im Folgenden gibt es die Erklärung darüber.

Mit der „*“ gekennzeichnete Anforderungen werden teilweise umgesetzt und es wurde bestätigt, dass sie funktionsfähig sind. Diese Anforderungen sind:

- Verfügbare aktuelle Übersicht über ihre Lernstände und Lernfortschritte
- Kontrollierbare und lenkbare Benutzerkonten
- Über die Erreichbarkeit und Nutzung von einzelnen Inhalten Statistiken
- Speicherfunktion
- Betreuer Schnittstelle

Das erstellte Selbstlernerkonzept im Rahmen dieser Arbeit wird nur auf dem lokalen Computer ausgeführt. Das Tool kann nicht online ausgeführt, weil es nicht webbasierend ist. Das heißt, dass es nicht über einen Server läuft, welcher für jeder Benutzer erreichbar ist. Deshalb werden die Nutzerinformationen nur auf dem Computer gespeichert, welcher gerade verwendet wird. Und bei der Anwendung des Tools wird nur auf diese Informationen zugegriffen. Deswegen sind die oben genannten Anforderungen nur für aktuelle Benutzer funktionsfähig. Wenn man davon ausgeht, dass Server ein Computerprogramm oder ein Computer für den Zugriff auf eine zentrale Ressource oder Dienst in einem Netzwerk ist, soll das gleiche Konzept mit einem Server durchgeführt werden.

Mit der „**“ gekennzeichnete Anforderungen werden nicht umgesetzt und im Folgenden wurde die Gründe dafür erklärt. Diese Anforderungen sind:

- Ein FAQ (Frequently Asked Questions) Bereich
- Im Vordergrund stehende Ziele

Diese Anforderungen wurden nicht umgesetzt. Da das Programm sich momentan in einer Demophase befindet, kann man nur schwer vorhersagen, welche Fragen voraussichtlich von den Benutzern gestellt werden. Aufgrund dessen wird in dieser Arbeit nicht auf FAQ eingegangen.

Da hier von einem Selbstlerntool ausgegangen wird, ist es nicht Sinn der Sache, Lernende auf vorbestimmte Ziele zu fokussieren, sondern sie Ihre Lernziele selbst bestimmen zu lassen. Sie sollen dabei nicht unter Druck stehen, vorgegebene Ziele zu erfüllen. Diese Arbeitsweise motiviert den Lernenden die Organisation selbst in die Hand zu nehmen.

In diesem Kapitel wurden die Ergebnisse der Arbeit beschrieben. Die Arbeit wird im nächsten Kapitel durch Erklärung der Anknüpfungspunkt für weitere Arbeiten und Interesse für die Forschung abgeschlossen.



6 Schluss

Der Prototyp, der als das Produkt der Studie präsentiert wurde, hat die anfangs formulierten Zielstellung und Anforderungen erreicht. Mit diesem Konzept haben die Nutzer die Möglichkeit, das Spurplanstellwerk selbst zu lernen und ihr eigenes Wissen zu überprüfen. Außerdem bietet das Konzept dauernde Lernmotivation und vor allem nachhaltig generiertes Wissen auf das die Nutzer später im Beruf zugreifen können.

Das Konzept, das im Rahmen dieser Arbeit erstellt wurde, legt ein Muster für weitergehende Forschung im Bahnbereich dar, insbesondere im Themenfeld der interaktiven Lernplattformen bei Ausbildungen in Leit- und Sicherungstechnik sowie Stellwerke. Mit diesem Prototyp haben die Nutzer die Möglichkeit, diese Themen früher einzubeziehen. Deswegen kann dies die Effizienz der Ausbildung und die Konzentration der Nutzer steigern.

Selbstlerntool für Gleisbildstellwerk kann in der Ausbildung, Weiterbildung, Personalentwicklung, Fernausbildung und Mitarbeiterschulung eingesetzt werden.

Das Konzept kann in weiteren Schritten über einen Server gesteuert werden, damit es noch effektiver wird. Mit den Funktionen der Aktualisierung von Inhalte über das Internet und Verwendbarkeit in Betriebssystemen tragbarer mobiler Gerät kann das Konzept noch attraktiver gemacht werden. Nicht nur im Leit- und Sicherungstechnik Bereich kann es in anderen Themenfeld im Bahnbereich angewendet werden.

In nachfolgenden Forschungen können die Anforderungen erweitert werden, damit das Programm in einer höheren Akzeptanz erreicht werden kann. Mit weiteren Anforderungsanalyse-Kriterien kann das Tool weiter optimiert und entwickelt werden.



Literaturverzeichnis

- [1] Abran, A. & Moore, J. W. (Hrsg.): SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. IEEE Computer Society, Los Alamitos, Kalifornien, USA 2004, ISBN 0-7695-2330-7, S. 2-2.
- [2] AEG: Allgemeines Eisenbahngesetz gemäß § 5 Abs. 1e, Nr. 4, Allgemeinverfügung zum Melden von gefährlichen Ereignissen im Eisenbahnbetrieb, Eisenbahn-Bundesamt, 2009.
- [3] Aepli, J.: Selbstgesteuertes Lernen von Studierenden in einem Blended-Learning-Arrangement: Lernstil-Typen, Lernerfolg und Nutzung von webbasierten Lerneinheiten, Zentralstelle der Studentenschaft der Universität Zürich, 2005.
- [4] Arnold, R. & Gómez Tutor, C.: Grundlinien einer Ermöglichungsdidaktik, Bildung ermöglichen – Vielfalt gestalten, ZIEL Verlag, Augsburg, 2007.
- [5] Beyer, H. & Holtzblatt, K.: Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1998.
- [6] Bevan, N. & Curson, I.: Planning and Implementing User Centred Design. In: Proceedings of the sixth IFIP conference on human-computer interaction, 1997.
- [7] Bmb + f: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Berufsbildungsbericht, Gebr. Garloff GmbH, Magdeburg, 1998.
- [8] Cakir, Ahmed E.: Usability Engineering - Vom Forschungsobjekt zur Technologie. In: Handbuch der modernen Datenverarbeitung, Band 212, Seiten 7–21, April 2000.
- [9] Cleff, T.: Basiswissen Testen von Software: Vorbereitung zum Certified Tester (Foundation Level) nach ISQTB-Standard, W3I GmbH, 2010
- [10] Deci, E.L. & Ryan, R.M.: Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und Ihre Bedeutung für die Pädagogik, Zeitschrift für Pädagogik, 1993 .
- [11] Dietsch, S. & Naumann, A.: Nutzerzentrierte Entwicklung einer Lernplattform für zukünftige Fahrdienstleiter, Signal + Draht(106), 10/2014
- [12] Dittler, U.: E-Learning : Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien, 3., komplett überarb. und erw. Aufl., Oldenbourg, München, 2011.
- [13] Enders, D. H. & Hein, F.: Sp Dr 60 Stellwerke bedienen. Der Regelbetrieb, DB - Fachbuch, Bahn Fachverlag GmbH, Berlin, 4. Auflage, 2012.
- [14] Figut J.: Konzeption zur Modularisierung der Bedienoberfläche einer numerischen Steuerung, Fachbereich Informatik Fachhochschule Trier University of Applied Sciences, 2005.
- [15] Flavell, J. & Weinert, F. E. & Kluwe, R. H.: Annahmen zum Begriff Metakognition sowie zur Entwicklung von Metakognitionen: Metakognition, Motivation und Lernen, Kohlhammer, Stuttgart, 1984.
- [16] Gause, D.C., Weinberg, G.M.: Software Requirements. Anforderungen erkennen, verstehen und erfüllen, Hanser, München, 1993.
- [17] Götz, R.: Anforderung oder Anforderung – der feine Unterschied, in: Rupp, C. (Hrsg.): Requirements-Engineering und -Management, 3. Aufl., Hanser, München, 2004a
- [18] Harteis, C. & Heid, H. & Kraft, S.: Kompendium Weiterbildung. Aspekte und Perspektiven betrieblicher Personal- und Organisationsentwicklung, Leske + Budrich, Opladen, 2000.
- [19] Herczeg, M.: Software-Ergonomie [Elektronische Ressource]: Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme, 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. München, Oldenbourg, 2009.
- [20] Herda, N.: Formale Repräsentation und automatisierte Generierung von Benutzungsoberflächen, Dissertation, Universität Bamberg, Bamberg, 2000.
- [21] Hoidn, S.: Selbstorganisiertes Lernen im Kontext – einige Überlegungen aus lerntheoretischer Sicht und ihre Konsequenzen, Berufs- und Wirtschaftspädagogik Online: bwp@ 13 (2007), Nr. Dezember, S. 1-26.
- [22] Horz, H.: Lernen mit Computern: Interaktionen von Personen- und Programmmerkmalen In Computergestützten Lernumgebungen, Fakultät für Sozialwissenschaften Universität Mannheim, 2003

-
-
- [23] IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, USA, 1990.
- [24] ISO/DIS 9241-11:1997: International Organisation für Standardisation: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigen mit Bildschirmgeräten – Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich, 1992-1996
- [25] Janson A.: Usability-Engineering als Instrument des Managements informationstechnologischer Veränderungsprozesse in Unternehmen, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, 2001.
- [26] Konrad, K. & Wosnitza, M.: Neue Formen des Lernens in Schule, Aus- und Weiterbildung. Landau: Empirische Pädagogik, 1995.
- [27] Konrad, K. & Traub, S.: Selbstgesteuertes Lernen in Theorie und Praxis, EGS-Texte Erziehung, Gesellschaft, Schule, Peterßen, Wilhelm H. (Hrsg.), Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, München, 1999.
- [28] Kühl C.: Formalisierung von Requirements durch Nutzung von Templates. Frei Universität, Berlin, 2010.
- [29] Lexikon, M.: [CD-Rom], Mannheim, Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG
- [30] Maschek U.: Sicherung des Schienenverkehrs: Grundlagen und Planung der Leit- und Sicherungstechnik, 3. Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2015.
- [31] Meinhardt, S.: Usability Engineering. In: Handbuch der modernen Datenverarbeitung, Band 212, Seiten 1–2, April 2000.
- [32] Nielsen, J.: Usability Engineering, Academic Press, Boston, San Diego, New York, London, Sydney, Tokyo, Toronto, 1993.
- [33] Noack, J. (Hrsg.): Techniken der objektorientierten Softwareentwicklung, Springer, Berlin [u.a.], 2001.
- [34] Noß, M.; Selbstgesteuertes Lernen am Arbeitsplatz, Mit einem Geleitw. von Frank Achtenhagen, Gabler Edition Wissenschaft, Wiesbaden, 2000.
- [35] Pahl, J.: Systemtechnik des Schienenverkehrs : Bahnbetrieb planen, steuern und sichern, 5., bearbeitete und erweiterte Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2008.
- [36] Partsch, H.: Requirements-Engineering systematisch : Modellbildung für softwaregestützte Systeme, Berlin [u.a.], Springer, 1998.
- [37] Pernul, G. & Unland, R. : Datenbanken im Unternehmen: Analyse, Modelbildung und Einsatz, Oldenbourg, München, 2003
- [38] Pohl, K. : Requirement Engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken, dpunkt.verlag, Heidelberg, 1.Auflage, 2007.
- [39] Preim, B.: Entwicklung interaktiver Systeme: Grundlagen, Fallbeispiele und innovative Anwendungsfelder, Springer, Berlin, Heidelberg, New York u.a., 1999.
- [40] Richter, M.: Kriterien der Benutzerfreundlichkeit, Literaturarbeit der Philosophischen Fakultät 1 der Universität Zürich, 1997.
- [41] Rupp, C. & die SOPHISTen: Requirements-Engineering und –Management Aus der Praxis von klassisch bis agil, 6. aktualisierte und erweiterte Auflage, Carl Hanser Verlag, München, 2014.
- [42] Schaefer I.: Anforderungsanalyse; Software Engineering I WS 2010/2011, Software Systems Engineering, TU Braunschweig, 2010.
- [43] Schiefele, U. & Pekrun, R.: Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert (Hrsg.), Enzyklopädie der Psychologie. Pädagogische Psychologie. Bd 2. Psychologie des Lernens und der Instruktion, Hogrefe, Göttingen, 1996
- [44] Schmidauer H.: Seminar Softwareentwicklung, System Software Group, Johannes Kepler Universität Linz, Programmierstil WS 2002/2003.
- [45] Schneider, W. & Bräutigam, L.: Projektleitfaden Software-Ergonomie, Band 43, www.hessen-software.de, Darmstadt, 2011.
- [46] Schreibmayr, S.: Effiziente Techniken zur Anforderungspriorisierung: Ergebnisse einer experimentellen empirischen Studie, Universität Mannheim, Mannheim, 2009.
- [47] September, A.: IEEE Standart Glossary of Software Engineering Terminology. Office, 121990(1), 1990
- [48] Simons, P. R. J.: Lernen selbständig zu lernen - ein Rahmenmodell. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.), Lern- und Denkstrategien. Analyse und Intervention, Hogrefe, Göttingen, 1992.
- [49] Sophist Group: Glossar, in: Rupp, C. (Hrsg.): Requirements-Engineering und -Management, 3. Aufl. München, 2004, S. 497-503.

-
- [50] Spath, D. & Demuß, L.: Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel, in: Bullinger, H.-J.; Scheer, A.-W. (Hrsg.): Service Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen, Berlin, 2003, S. 467-506
- [51] Stauche, H. & Sachse, I.: Selbstgesteuertes Lernen als mögliche Alternative zu traditionellen Bildungswegen?, Universität Jena, 2004.
- [52] Trauboth, H.: Entwicklung von Prozessinformationssystemen – ein Lernprozess für Entwickler und Anwender, Informatik-Fachberichte 74, Springer, Berlin, 1983.
- [53] Wosnitza, M.: Motiviertes selbstgesteuertes Lernen im Studium. Theoretischer Rahmen, diagnostisches Instrumentarium und Bedingungsanalyse (Erziehungswissenschaft 5), Verlag Empirische Pädagogik Landau, 2000.
- [54] Zeder, A.: Das Lernjournal. Ein Instrument zur Förderung metakognitiver und fachlicher Kompetenzen, Eusl, Paderborn, 2006.
- [55] www.bahnschranke-online.de
- [56] re-wissen.de
- [57] <http://stellwerke.de/>
- [58] <http://www.tf-ausbildung.de/SignalbuchOnline/ezmgsignale.html>





Anhang

STELLWERKSBAUARTEN EIGENSCHAFTEN		EZMG	LORENZ					SCHEIDT&BACHMANN	SIEMENS								WSSB							
			Sp Dr Lorenz			MC Lorenz																		
			Sp Dr L20	Sp Dr L30	Sp Dr L60	MC L84	MC L84 N		Dr I	Dr S	Dr S2	Dr S3(2)	Sp Dr S57	Sp Dr S59	Sp Dr S60	Sp Dr S600	GS I DR	GS II DR	GS II Sp 64				GS III Sp 68/GS III 8030	
																			a(Industriebahn)	b (kleine-mittlere Bahnhof)	c (Berliner U-Bahn)	d (ausländische Stadtbahn)		
Anzahl Stellwerke	im Betrieb (1382)	16	7	92	160	31	12		-	48	258	16	3	19	463	47	16	137	3	31			23	
	Außer Betrieb (636)	62	18	36	12	13	-		26	48	157	19	1	18	61	3	31	95	-	30			6	
	insgesamt (2018)	78	25	128	172	44	12		26	96	415	35	4	37	524	50	47	232	3	61			29	
Fahrstraßen	Fahrstraßeneinstellung	von Signal zu Signal	X	X	X	X	X							X	X	X								
		Starttaste am Startsignal und einer Zieltaste im Gleis						X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	
		Fahrstraßentaste + Signaltaste	X																					
	Fahrstraßenbildung	Automatisches Einlaufen der Weichen	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
		fahrstraßenmäßiger Flankenschutz								X	X													
		Fahrstraßeneinspeicherung																X		X	X	X	X	
		Manuell Gestellung der Weichen											X	X			X				X	X	X	
		Selbsttätige Flankenschutzsuche von Fahrwegweichen ausgehend										X	X	X	X									
		techn. Hilfssperre für Weichen (Weicheneinzelspernung)		X	X	X				X							X		X	X	X	X	X	
		Alle Weichenspernung im Bahnhof					X	X																
		Selbstbetrieb und Zuglenkung												X	X	X	X							
		Festlegung von Hilfsfahrstraßen	X	X	X	X	X	X					X					X		X	X	X	X	X
		Einstellen von Umfahrstraßen				X										X	X			X	X		X	
	Fahrstraßenauflösung	Besondere Bedienhandlungen für Mittelweichen in Zugfahrstraßen				X																		
		Signalunkelschaltung						X																
		Einstellung der unterschiedlichen Durchrutschwege											X											
		Gesamthilfsauflösung (mit Durchrutschweg)	X	X	X					X			X							X				
		Gesamthilfsauflösung (getrennte Durchrutschweg)				X	X	X													X		X	
		Einzelelemente				X					X													
Relaisanlage	Teilfahrstraßenweise										X													
	von Weiche zu Weiche											X	X	X	X									
	K44-Signalrelais								X															
	stark verkleinerte K50-Signalrelais									X														
Signalstellung	Stützrelais (bistabil im stromlosen Zustand)		X																					
	N-Relais	X																						
	Relais mit zwangsgeführten Kontakten			X	X	X	X																	
Anwendungs-bereich (Bahnhofs-größe)	Hauptsignale	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"							gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen nach Zugstraßenfestlegung selbsttätig auf "Fahrt"								
	Ersatzsignale								Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter	Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter	Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter	Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter	Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter	Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter	Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter	Stellung von Hand; Abschaltung selbsttätig durch Zeitschalter								
	Rangiersignale								gehen bei Zug- und Rangierstraßeneinstellung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen bei Zug- und Rangierstraßeneinstellung selbsttätig auf "Fahrt"	Einzelstellung	Einzelstellung	gehen bei Zug- und Rangierstraßeneinstellung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen bei Zug- und Rangierstraßeneinstellung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen bei Zug- und Rangierstraßeneinstellung selbsttätig auf "Fahrt"	gehen bei Zug- und Rangierstraßeneinstellung selbsttätig auf "Fahrt"								
Andere Eigenschaften	Weichenanzahl	bis zu 16							beliebig	beliebig	max. 8	9 bis ca. 50	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig								
	Zugstraßenanzahl	bis zu 9							beliebig	beliebig	max. 8	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig								
	Rangierstraßenanzahl	ein Rangierweg pro Bahnhofskopf							beliebig	beliebig	-	-	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig								
	kleine Bahnhöfe (an Nebenstrecken)	X		X				X			X						X							
	mittelgroße Bahnhöfe			X					X	X		X						X						
	große Bahnhöfe				X	X	X		X	X			X	X	X	X							X	
Andere Eigenschaften	Nichtbundeseigene Eisenbahn		X																					
	getrennte Weichenlage- und Besetzmelder		X	X																				
	verschiedenfarbiger Glühlampe für die Tischausleuchtung		X																					
	sichtbare Verschlussmeldung bei unbesetzter Weiche		X	X	X	X	X																	
	Dreieckige Besetzmelder zwischen den beiden Gleisen			X																				
	besitzt Rangierfahrstraßen		X	X	X				X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Andere Eigenschaften	Flankenschutzweichemelder											X				X								

Tabelle 6: Bauformenvergleich



ANFORDERUNGEN	Betroffene	Gestaltungspunkt	Muss	Kann	Umsetzbarkeit
ortsunabhängig benutzbar	Lernende	generell	X		X
zeitunabhängig benutzbar	Lernende	generell	X		X
betreuerunabhängig benutzbar	Lernende	generell	X		X
ohne tiefere Kenntnisse über die zugrunde liegende Technik benutzbar	Lernende	generell	X		X
objektives und methodisch sauberes Verfahren	Lernende	inhaltliche	X		X
auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmte Inhalte des Selbstlerntool	Lernende	inhaltliche	X		X
Korrektheit und Aktualität	Lernende	inhaltliche	X		X
Feedback zum Lernfortschritt	Lernende	inhaltliche	X		X
interaktive Tests und Übungen	Lernende	inhaltliche	X		X
verfügbares Wissensdefizite Button	Lernende	inhaltliche		X	X
nutzerfreundliches Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	ergonomisch	X		X
nicht eine Bildschirmseite überschreitende Wissensbasen	Lernende	ergonomisch	X		X
nutzerfreundliches Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	generell	X		X
ohne spezielle und vertiefte Programmierkenntnisse durchführbare Inhalten	Lehrende	generell	X		X
ein einheitliches und übersichtliches Auftreten bei der Gestaltung	Lernende	generell	X		X
einfache Organisationsform	Lernende	generell	X		X
nutzerfreundliches Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	inhaltliche	X		X
eine geordnete Struktur	Lernende	inhaltliche	X		X
mit einer wachsenden Komplexität bestehende Aufgaben	Lernende	inhaltliche	X		X
ein FAQ-Bereich**	Lernende	inhaltliche		X	
verfügbare aktuelle Übersicht über ihre Lernstände und Lernfortschritte*	Lernende	inhaltliche	X		X
im Vordergrund stehende Ziele und Inhalte **	Lernende	inhaltliche		X	
bestimmte Rangordnung	Lernende-Lehrende	inhaltliche	X		X
gekennzeichnete durch Überschriften und logisch strukturierte Inhalte	Lernende-Lehrende	inhaltliche	X		X
leicht verständlich und aufschlussreich	Lernende	inhaltliche	X		X
verfügbare Kommunikationswege	Lernende-Lehrende	inhaltliche		X	X
die Lernplattform navigierbar oder schnell durchschaubar	Lernende	inhaltliche	X		X
modifizierbares Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	ergonomisch	X		X
anpassbar und erweiterbar	Lehrende-Designer	generell	X		X
eine Sammlung von differenzierter Templates für Ansichten, Tests, Aufgaben, Einstiegsfälle und Kommunikation	Lernende-Lehrende	inhaltliche-ergonomisch	X		X
erweiterbares System um neue didaktische und methodische Elemente	Lehrende-Designer	inhaltliche	X		X
in einer Datenbank abgelegte und wiederverwendbare einzelnen Elemente eines Selbstlerntools, z. B. Texte, Grafiken, Fotos, Flash, Tests u. a.	Lehrende	inhaltliche	X		X
zuverlässiges Selbstlerntool	Lernende-Lehrende	generell	X		X
angebotene weiterführende Inhalte zum Vergleich	Lernende	inhaltliche	X		X
möglichst aktuelle und funktionierende interne wie externe Links	Lernende	inhaltliche	X		X
ergänzte weitere Quellen bzw. Links im Internet	Lernende	inhaltliche	X		X
gute Beispiele fördern	Lernende	inhaltliche	X		X
möglichst realitätsnah gestaltete Beispiele	Lernende	inhaltliche	X		X
die sich an Erfordernissen orientierte Lernaufgabe bei der virtuellen Lernumgebung	Lernende	inhaltliche-ergonomisch	X		X
mit relativ geringen Zeit- und Finanzressourcen durchführbar	Alle	generell		X	X
modulierte Lehrinhalten	Lernende-Lehrende	inhaltliche	X		X
beliebig veränderte Inhalte	Lehrende	inhaltliche	X		X
Tracking von Userinnen und Personalisierung aufweisen	Lernende-Lehrende	generell	X		X
verschiedene Lehr- und Lernmodell	Lernende	inhaltliche	X		X
die Wiederverwendbarkeit von erstellten Inhalten	Lehrende	inhaltliche	X		X
kontrollierbare und lenkbare Benutzerkonten*	Lehrende	inhaltliche	X		X
über die Erreichbarkeit und Nutzung von einzelnen Inhalten Statistiken*	Lehrende-Designer	inhaltliche		X	X
konsequent problemorientierte gestaltete Lernprogramme	Lernende	inhaltliche	X		X
Speichernfunktion*	Lernende-Lehrende	generell		X	X
Betreuer Schnittstelle*	Lehrende	inhaltliche		X	X

Tabelle 7: Anforderungen

