

Visualisierung von Rechnerarchitekturen für den Schulunterricht

Diplomarbeit an der
Technischen Universität Dresden
September 2013

Ines Reiche

Betreuer: Dr. Holger Rohland
Hochschullehrer: Prof. Dr. Steffen Friedrich
AG Didaktik der Informatik/Lehrerbildung
Institut für Software- und Multimediatechnik
Fakultät Informatik



Erklärung

Hiermit erkläre ich, Frau Ines Reiche, die vorliegende Diplomarbeit zum Thema

Visualisierung von Rechnerarchitekturen für den Schulunterricht

selbständig und ausschließlich unter Verwendung der im Quellenverzeichnis aufgeführten Literatur- und sonstigen Informationsquellen verfasst zu haben.

Dresden, am 30.09.2013 Unterschrift (I. Reiche)



Aufgabenstellung für die Diplomarbeit

Name, Vorname: Reiche, Ines
Studiengang: Diplom Medieninformatik
Matrikel-Nr.: 3299151

Thema: „Visualisierung von Rechnerarchitekturen für den Schulunterricht“

Das Thema Rechnerarchitektur findet sich in den Lehrplänen allgemein bildender Schulen in sehr unterschiedlichen Niveaustufen. Entsprechend der jeweiligen Klassenstufe und Schulart sollen die Lehrinhalte der Lehrpläne zielgruppengerecht vermittelt werden. Im Rahmen dieser Arbeit ist ein interaktives Werkzeug zu entwickeln, welches es Schülern verschiedener Altersstufen ermöglicht, den Aufbau und die Wirkungsweise von Rechnersystemen besser zu verstehen.

Zielstellung:

Ein bereits existierendes interaktives Werkzeug zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen aus vorangegangenen Arbeiten soll im Rahmen dieser Diplomarbeit evaluiert und anschließend erweitert werden. Bei der Erweiterung ist insbesondere anzustreben den Grad der Interaktivität der Anwendung deutlich zu erhöhen um eine motivierendere Lernumgebung zu schaffen. Die eigene Weiterentwicklung ist zu dokumentieren und das Ergebnis einer abschließenden Evaluation zu unterziehen. Dabei gefundene Mängel sind zu beheben.

Folgende Teilziele sind zur Bearbeitung der Aufgabenstellung vorgesehen:

- Herausarbeitung der Inhalte und angestrebten Kompetenzen im Stoffgebiet "Rechnerarchitekturen" des Unterrichtsfachs Informatik aus den Lehrplänen der Bundesländer, mit dem Schwerpunkt Gymnasium.
- Evaluation des vorliegenden Werkzeuges in Hinblick auf didaktische und Usability-Aspekte, Interaktionsmöglichkeiten, Abdeckung der Lehrplaninhalte sowie kritische Hinterfragung der verwendeten Plattform.
- Erweiterung des vorhandenen bzw. Konzeption und Realisierung eines neuen Werkzeuges zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen mit möglichst hohem Interaktionsgrad und breiter Abdeckung der Lehrplaninhalte.
- Erneute Evaluation des weiterentwickelten Werkzeuges in der jeweiligen Zielgruppe und Behebung eventuell gefundener Defizite

Betreuer: Dr. Holger Rohland
Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr. paed. habil. Steffen Friedrich
Institut: Institut für Software- und Multimediatechnik
AG Didaktik der Informatik/ Lehrerbildung
Beginn am: 15.01.2013
Einzureichen am: 15.07.2013

Unterschrift des verantwortlichen Hochschullehrers

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Motivation	1
1.2	Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit	3
1.3	Aufbau der Arbeit.....	3
2	Anforderungen der Lehrpläne.....	5
2.1	Anforderungen der Bildungsstandards der Gesellschaft für Informatik.....	5
2.2	Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Informatik.....	8
2.3	Baden-Württemberg.....	9
2.4	Bayern	9
2.5	Berlin.....	10
2.6	Brandenburg	11
2.7	Bremen	11
2.8	Hamburg	12
2.9	Hessen.....	12
2.10	Mecklenburg-Vorpommern	14
2.11	Niedersachsen	15
2.12	Nordrhein-Westfalen	15
2.13	Rheinland-Pfalz	17
2.14	Saarland	19
2.15	Sachsen.....	21
2.16	Sachsen-Anhalt	24
2.17	Schleswig-Holstein.....	26
2.18	Thüringen.....	28
2.19	Fazit	31
2.20	Querschnitt: Die inhaltlichen Anforderungen an das Werkzeug zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen.....	31
2.20.1	Ableitbare Inhalte.....	31
3	Grundlegende Begriffe der Arbeit.....	33
3.1	Zielgruppenbeschreibung	33
3.2	Motivation	34
3.3	Interaktivität	36
3.4	Benutzerfreundlichkeit	39
3.5	Vom Werkzeug zur Lernumgebung?	41
3.6	Zusammenfassung	42
4	Kriterienkatalog für die Werkzeuganalyse	43
4.1	Inhaltliche Anforderungen	43
4.2	Eignung für die Zielgruppe.....	43
4.3	Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit.....	45
4.4	Motivationsfördernde Interaktivitäten	45
4.5	Allgemeine Anforderungen an die verwendete Plattform.....	46
4.6	Zusammenfassung	47
5	Evaluation des Werkzeuges LVIRA.....	48
5.1	Inhaltliche Anforderungen	48
5.2	Eignung für die Zielgruppe.....	48
5.3	Anforderungen an die Benutzerfreundlichkeit.....	49
5.4	Motivationsfördernde Interaktivitäten	50
5.5	Verwendete Plattform	51

5.6	Fazit	51
6	Konzeption	52
6.1	Einteilung der Lerninhalte in Niveaustufen.....	52
6.2	Grundstruktur des Programms.....	54
6.2.1	Allgemeine Benutzbarkeit	55
6.2.2	Menü und Navigation	56
6.3	Hauptinhalt: Beschreibung der Szenarien, in welche die Lerninhalte eingebettet sind	57
6.4	Einbettung der Wissensarten und Szenarien.....	60
6.5	Motivation und Motivierung	62
6.6	Konzeption der Wissens- und Quizmodule	63
6.6.1	Grundkomponenten des Arbeitsplatzes bzw. Rechners	63
6.6.2	Module zum Erlernen des Dualsystems.....	64
6.6.3	Unterscheidung von Hard- und Software und deren Kenngrößen	65
6.6.4	Die Verwendung und der Aufbau logischer Schaltungen.....	66
6.6.5	Funktionsweise des von-Neumann-Prinzips	66
6.7	Zusammenfassung: Von der Konzeption zur Implementierung	67
7	Auswahl der zu verwendenden Technologie	69
7.1	Generell in Frage kommende Technologien und Abgrenzung aufgrund der Anforderungen	69
7.2	Flash	69
7.3	HTML5.....	70
7.3.1	Canvas.....	71
7.3.2	SVG	72
7.4	Auswahl der zu verwendenden Technologie	72
8	Implementierung	74
8.1	Raphaël	74
8.2	SVG.js.....	74
8.3	Auswahl der Frameworks	74
8.4	Konkrete Umsetzung	75
8.4.1	Grundstruktur	75
8.4.2	Umgesetzte Module	76
8.5	Zusammenfassung	76
9	Evaluation des Werkzeugs	77
10	Zusammenfassung und Fazit	78
11	Ausblick	79
Anhang A: Ontologie der Wissensarten		I
Glossar		III
Abbildungsverzeichnis		IV
Tabellenverzeichnis		V
Literaturverzeichnis		VII

1 Einleitung

1.1 Motivation

Laut der Studie „KidsVA2012“ durch die Egmont Media Solutions [Egmo12] haben 23% der Vier- bis Fünfjährigen und 80% der Sechs- bis Neunjährigen bereits Erfahrungen mit der Nutzung des Computers gesammelt. Ab zehn Jahren ist bereits jedes zweite Kind nahezu täglich „online“. Diese Befragung, welche das Unternehmen jährlich durchführt, zeigt, wie stark der Umgang mit Informatiksystemen im Alltag in den letzten Jahren zugenommen hat. Zudem besitzen über alle Altersgruppen hinweg bereits 53% der Heranwachsenden ein Handy, davon 17% ein Smartphone. Weiterhin fand die Studie heraus, dass der Umgang mit dem Computer in der Freizeit, welcher früher eine Jungen-Domäne war, zunehmend auch für Mädchen an Bedeutung gewinnt. Ein altersmäßig weniger differenziertes, aber umso deutlicheres Bild zeichnet der D21-Digital-Index [Init13]. Danach zählen sich 97,5% der Vierzehn- bis Neunzehnjährigen insgesamt und 98,4% der Schüler zu den „Onlinern“.

Dem gegenüber steht eine Studie des Instituts Aris im Auftrag der Bitkom [Sche11]. Während 90% der Lehrer über eine Breitbandinternetverbindung, 86% über ein Notebook oder Netbook und 74% über einen stationären Computer verfügen, kommen diese Medien im Unterricht nur sehr selten zum Einsatz. Nur 23% der Lehrer setzen häufig PCs oder das Whiteboard im Unterricht ein, der Rest selten bis gar nicht. Dabei ist nicht der Grund, dass die Lehrer digitale Medien für den Unterricht als nutzlos empfinden. Die Studie zeigt, dass 79% einräumen, dass Schülerinnen und Schüler mittels des Einsatzes digitaler Medien schneller lernten, 77% stimmen zu, dass sie individueller gefördert werden könnten, motivierter (76%) und konzentrierter (73%) seien. Die Studienergebnisse zeigen jedoch deutlich, worin das Problem genau besteht: Einerseits empfinden 90% der Lehrer die Qualifikationsangebote für sie als unzureichend; 88% geben an, die IT-Ausstattung ihrer Schule müsse verbessert werden. Am meisten wird der Computer dabei für Internetrecherchen genutzt (88%), gefolgt von der Präsentation von Lehrerergebnissen (83%) und der Präsentation von Inhalten durch den Lehrer (68%). In den Sprachfächern kommt der Computer darüber hinaus noch häufig für spezielle Lernprogramme wie Vokabeltrainer zum Einsatz (78%).

Eine Studie von Dell [Dell12] befragte nicht nur Lehrer, sondern auch Schüler und Eltern¹ in Deutschland, China und den USA zur Nutzung digitaler Medien in der Bildung. Von den deutschen Befragten geben 81% der Schüler, 88% der Lehrer und 91% der Eltern an, dass Technologie die Schüler bei ihrem Lernerfolg unterstützt. Etwa 78% der deutschen Befragten wünscht sich mehr Technologie in der Schule, da sie für die Berufsvorbereitung wichtig ist (77% der Schüler, 79% der Lehrer und 90% der Eltern stimmen zu) und individuelleres Lernen ermöglicht (Zustimmung durch 70% der Schüler, 80% der Lehrer und 84% der Eltern). Auch die Mehrheit der Befragten dieser Studie empfinden die IT-Ausstattung der Schule als unzureichend (59% der befragten Schüler, 67% der Lehrer und 73% der Eltern) und die Lehrer als nicht ausreichend für die IT-Nutzung ausgebildet (49% der Schüler, 60% der Lehrer und 56%

¹ Zu beachten ist allerdings, dass hier Lehrer, Eltern und Schüler von staatlichen und privaten Schulen der Sekundarstufe I/II sowie von Colleges/ Universitäten befragt wurden. Die Ergebnisse zeichnen jedoch ein ähnliches Bild wie die vorher genannten Studien, daher wird eine Vergleichbarkeit angenommen. Aufgrund der Aufgabenstellung der Diplomarbeit beschränken sich die hier dargestellten Ergebnisse lediglich auf die Studienresultate zu den deutschen Befragten.

der Eltern stimmen dem zu). Ihre Schüler wären computeraffiner als sie selbst, geben immerhin 51% der Lehrer an. Über alle Befragungsgruppen hinweg sagen 78%, die Schüler hätten zu Hause modernere Technik als in der Schule. 60% der Eltern würden sogar für in der Schule genutzte Technik zahlen.

Diese Studien führen insgesamt zu einem Schluss: Heutige Schüler wachsen bereits mit Computern auf, sind mit ihnen vertraut und nehmen sie als gegeben hin. Da sie wie andere technische Haushaltsgegenstände, z. B. Kühlschränke oder Mikrowellen, bei Normalgebrauch einfach das tun, was sie sollen, hören die Schüler immer mehr auf, ihre Funktionsweise zu hinterfragen. Dies schürt den Glauben an etwas Magisches, Unbekanntes um den Computer, da dessen Komplexität nicht von außen einsehbar ist und verstanden werden kann.

Daher schlägt Hubwieser vor,

„den Rechner als eine reine Konstruktion von Menschenhand („informational machine“) zu behandeln, die nach den Gesetzen der Physik [...] zur Steigerung der Effizienz menschlicher Tätigkeiten, zur Behandlung komplexer Informationen und zur Befreiung von ermüdenden, oft zu wiederholenden Handlungsabläufen geschaffen wurde.“ [Hubw07, S.61]

Nach seiner Auffassung ist dieser Wissenserwerb nicht durch „learning by doing“ möglich, sondern im Unterricht explizit zu vermitteln. Trotz dieser These sieht der Autor in seinem anschließenden Curriculumsvorschlag grundlegende Prinzipien der Rechnerarchitektur nur als Teil des Wahlpflichtbereichs in der Klassenstufe 7 und 8 des Gymnasiums sowie als Pflichtthema der gymnasialen Oberstufe vor [Hubw07, Kap. 5.2.2 und 5.2.4]. In den Empfehlungen für andere Schulformen [Hubw07, Kap. 5.3] tauchen solche Inhalte überhaupt nicht auf. Die Begründung der Verlagerung in die Oberstufe liefert eine von ihm und Kollegen aufgestellte Klassifizierung von Lerninhalten. Diese ordnet das Thema „Architektur eines Mikroprozessors“ in die Klasse 4 („betrifft nur ein konkretes System“ [Hubw07, S. 83]) ein. Die Auffassung, dass die Architektur von Mikroprozessoren nur ein konkretes System betreffe, ist aber kritisch zu betrachten. Zwar ist es wenig sinnvoll, konkrete Architekturen zu vermitteln. Das von-Neumann-Prinzip, welches Mikroprozessoren auch heute noch zugrundeliegt, kann aber sehr wohl als allgemein bedeutsames Konzept angesehen werden.

Schaut man auf die Curricula der Bundesländer, zeichnet sich jedoch eine ähnliche Sachlage ab. Wirkprinzipien von Informatiksystemen werden im Unterricht oft nur am Rande behandelt, im Rahmen eines Wahlpflichtfachs gelehrt oder gar gänzlich ausgeschlossen [ScSc11], wie sich auch bei der Untersuchung der einzelnen Lehrpläne in Abschnitt 2 noch herausstellen wird.

Die Herausforderung des Informatikunterrichts in der Schule ist demnach nicht mehr nur, bloßes Grundwissen für alle Lernenden einer Altersstufe gleich zu vermitteln. Vielmehr sehen sich die Lehrer heutzutage mit der Situation konfrontiert, dass einige Schüler bereits außerschulisch eine große Sicherheit im Umgang mit Informatiksystemen erwerben konnten, andere hingegen kaum mit dem Computer oder dem Internet in Berührung gekommen sind. Die Aufgabe des Lehrenden ist es nun, auf diese unterschiedlichen Niveaustufen des Vorwissens einzugehen, damit sich Schüler im Unterricht weder überfordert fühlen noch, im Falle

eines hohen Maßes an Vorbildung, langweilen. Erschwerend kommt in einigen Bundesländern der Lehrermangel hinzu, insbesondere im Bereich der Informatik, z. B. in Niedersachsen [Seng11], wodurch eine solide Grundausbildung in diesem Gebiet oft nicht landesweit einheitlich festgelegt ist und im Ermessen der einzelnen Schulen liegt.

1.2 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit

Den Umgang mit dem Computer zu beherrschen und dessen Funktionsweise zu kennen ist heutzutage in nahezu allen Berufsgruppen unerlässlich. Um die Ausbildung dieser Kompetenzen nicht allein den außerschulischen Aktivitäten der Schüler zu überlassen, trägt das Fach Informatik aktiv zum Erwerb informationstechnischen Wissens bei. Darüber hinaus erwerben die Schüler durch den Informatikunterricht weitere, fachübergreifend und im Alltag einsetzbare Fertigkeiten. Durch Modellierung, Analyse und Durchführung von Problemstellungen in der Informatik lernen sie, die Anforderungen einer an sie gestellten Aufgabe herauszustellen und schulen ihr abstraktes Denkvermögen. Weiterhin hilft ihnen die Fachausbildung, nicht nur im Berufsleben den Umgang mit Information und Daten oder Informatiksystemen im Allgemeinen kritisch zu hinterfragen und einzuschätzen.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit einer der Grundkompetenzen des Informatikunterrichts, dem Aufbau und der Funktionsweise des Computers, zusammen mit weiteren Themen der Rechnerarchitektur. Welche Inhalte schlägt in diesem Bereich die Gesellschaft für Informatik in ihren Informatikstandards für die Schule vor? Inwieweit wurden diese Aspekte in den Lehrplänen der einzelnen Bundesländer in der Sekundarstufe I umgesetzt und ggf. erweitert? Welche Kernkompetenzen enthalten die Bildungspläne für die Sekundarstufe II bezüglich der Rechnerarchitektur? Mit diesen Fragen beschäftigt sich die vorliegende Diplomarbeit. Darauf aufbauend soll ein Werkzeug zur Visualisierung von Themen der Rechnerarchitektur für die Schule entstehen, was schul- und altersstufenübergreifend unterrichtsbegleitend einsetzbar ist und dabei auch die individuellen Vorkenntnisse der Schüler berücksichtigt.

1.3 Aufbau der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, ein Werkzeug zu konstruieren, welches den Schülern Themen der Rechnerarchitektur visualisiert. In logischer Folge behandelt sie zunächst die Anforderungen, die in den Lehrplänen der einzelnen Bundesländer festgeschrieben sind. Als Grundlage für ein einheitliches Anforderungsniveau werden die Bildungsstandards der Informatik für die Sekundarstufe I hinzugezogen, welche die Gesellschaft für Informatik e.V. 2008 verabschiedete [Gese08]. Als Basis für die Sekundarstufe II können die Einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung: Informatik [Skr04] dienen. In einem Fazit dieses Abschnitts lassen sich inhaltliche Anforderungen an das Werkzeug zusammenfassen.

Darauf aufbauend stellt das folgende Kapitel allgemeine Analyse Kriterien zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen für die Schule auf, indem es nötige didaktische Aspekte ebenso wie die betrachtete Zielgruppe und den Umgang mit dieser thematisiert. Speziell in Hinblick auf die Zielgruppe ist es zudem wichtig, die Benutzerfreundlichkeit des Werkzeuges zu beleuchten, um statt einer aufwendigen Einführung in das Werkzeug dem Kern des Lernens,

den Inhalten selbst, Platz einzuräumen. Das Kapitel schließt mit einem Fazit zum weiteren Vorgehen ab.

Nachdem nun einheitliche Analyse Kriterien festgelegt sind, kann es in einem nächsten Schritt darum gehen, nach bestehenden Werkzeugen zu suchen, welche die Inhalte der Lehrpläne, zumindest zu einem Teil, umsetzen. Die aufgestellten Analyse Kriterien können nun verwendet werden, um den weiteren Nutzen dieser Werkzeuge für die Arbeit zu untersuchen. Es erfolgt die Einordnung der einzelnen Kriterien in didaktische Anforderungen, den Umgang mit der Zielgruppe sowie Usability-Aspekte. Insbesondere soll eine Belegarbeit betrachtet werden [Buss11], welche sich bereits mit dem Thema der Visualisierung von Rechnerarchitekturen für den Schulunterricht befasste.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Werkzeuganalyse findet im Anschluss die Konzeption eines neuen bzw. die aus einem vorhandenen Werkzeug heraus erweiterten Programms statt. Hierbei greift der Abschnitt noch einmal die Anforderungen der Lehrpläne der einzelnen Bundesländer auf und stimmt das potentielle Werkzeug auf diese ab. Dabei ist es erforderlich, die Anforderungen hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit im Rahmen dieser Arbeit darzulegen. Des Weiteren wird in diesem Kapitel festgelegt, inwieweit es zu einer Einschränkung der Zielgruppe kommen muss und wie man diese idealerweise anspricht. Da es zudem speziell für E-Learning-Umgebungen besondere Usability-Aspekte gibt, die es zu beachten gilt, sind diese ebenfalls zu fokussieren. Nach Schaffung dieser Grundlagen findet die Konzeption der Benutzeroberfläche im Allgemeinen sowie die der einzelnen Module statt.

Um das konzipierte Werkzeug umzusetzen, ist es zunächst erforderlich, nach einer geeigneten Plattform zu Implementierung zu suchen. Diese muss besondere Unterstützung anbieten, um eine der Hauptanforderungen, nämlich die eines hohen Interaktivitätsgrades, zu erfüllen. Da die Verwendung des Werkzeuges in der Schule eine ad-hoc-Verfügbarkeit erfordert, d.h. eine sofortige Ausführung des Programms ohne langwierige Installationsprozesse, ist eine in einem beliebigen Browser lauffähige Version zu bevorzugen.

Der Abschnitt zur Implementierung des Werkzeuges beleuchtet die konkreten Entscheidungen, welche bei der Umsetzung gefällt wurden und geht auf Besonderheiten und Problemstellungen ein.

Um die Korrektheit der gewonnenen Erkenntnisse zu überprüfen, erfolgt im letzten Teil der Arbeit eine Evaluation der Ergebnisse. Dabei werden Schüler der gewählten Zielgruppe der Arbeit mit der entstandenen E-Learning-Umgebung ausgesetzt und zu diesem Zweck Fragestellungen an die Testpersonen formuliert. Zudem ist es nötig zu entscheiden, ob es sinnvoll ist, eine Feedbackfunktion direkt in die Lernumgebung einzuplanen. Nach Überlegungen zur Durchführung der Evaluation beleuchtet die Arbeit die Ergebnisse der Evaluation und deren Bewertung. Änderungswünsche der Testpersonen werden dabei speziell in den Fokus gestellt und nach Möglichkeit umgesetzt.

10 Zusammenfassung und Fazit

Um die inhaltlichen Anforderungen zu klären, analysierte diese Diplomarbeit zunächst die Regularien der Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I sowie die Einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung Informatik als Richtlinien für die Sekundarstufe II. Anschließend erfolgte eine Untersuchung der Lehrpläne für die allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe I und II der jeweiligen Bundesländer, um einerseits zu prüfen, inwieweit diese mit den Standard-Richtlinien der Bildungsstandards und EPA übereinstimmen. Andererseits sollte diese Untersuchung überprüfen, inwieweit weitere Themen in die inhaltlichen Anforderungen an ein Werkzeug zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen aufgenommen werden müssen. Gleichzeitig stellt diese Analyse einen aktualisierten Stand der Synopse für die Sekundarstufen I und II der Arbeit [Star10] dar.

Um das in einer vorangegangenen Arbeit implementierte Werkzeug zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen zu evaluieren, erfolgte danach eine Klärung wichtiger Grundbegriffe und die Ableitung eines Kriterienkatalogs zur Untersuchung für die Eignung des Werkzeuges. Dieser Kriterienkatalog kann als allgemeingültig für die Einschätzung der Eignung von Werkzeugen zu Rechnerarchitekturen verwendet werden. Mit Ausnahme der inhaltlichen Kriterien sind die übrigen Untersuchungskriterien allgemeingültig für jegliche Lernwerkzeuge.

Im Rahmen der Konzeption ist ein umfangreiches Werkzeug entstanden, welches es vermag, alle inhaltlichen Anforderungen an ein Werkzeug zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen durch seinen modularen Aufbau gänzlich umzusetzen. Gleichzeitig wurde darauf geachtet, eine Benutzeroberfläche zu konzipieren, welche verständlich und ansprechend für Schüler aller Altersstufen ist.

Die Implementierung setzte den modularen Aufbau des Lernwerkzeuges um. Ebenfalls realisiert wurden die drei Niveaustufen des konzipierten Szenarios sowie zwei Quizmodule der ersten Niveaustufe.

11 Ausblick

Um die tatsächliche Eignung des Werkzeuges innerhalb der Zielgruppe zu testen, sollte im Nachgang an die Diplomarbeit eine Evaluation der Ergebnisse erfolgen. Einige Empfehlungen zur Zielgruppe gibt das Kapitel „Evaluation des Werkzeuges“.

Im Rahmen nachfolgender studentischer Praktika oder Arbeiten können weitere Module umgesetzt werden, welche in der Konzeption beschrieben sind. Insbesondere würde eine Umsetzung der Wissensmodule die Erweiterung des Werkzeuges in eine Lernumgebung ermöglichen, um es vollständig losgelöst vom Unterricht einsetzen zu können.

Weitere Ausbaumöglichkeiten sind die Umsetzung eines Vorwissenstestes, welcher die Schüler zu Anfang der Bearbeitung des Programms in Niveaustufen einteilt. Weiterhin sollte die Sinnhaftigkeit eines übergreifenden Bewertungssystems analysiert werden, um den Lernenden zusätzlich zu motivieren, alle Quizmodule zu bearbeiten, um am Ende eine hohe Punktzahl zu erzielen.

Anhang A: Ontologie der Wissensarten

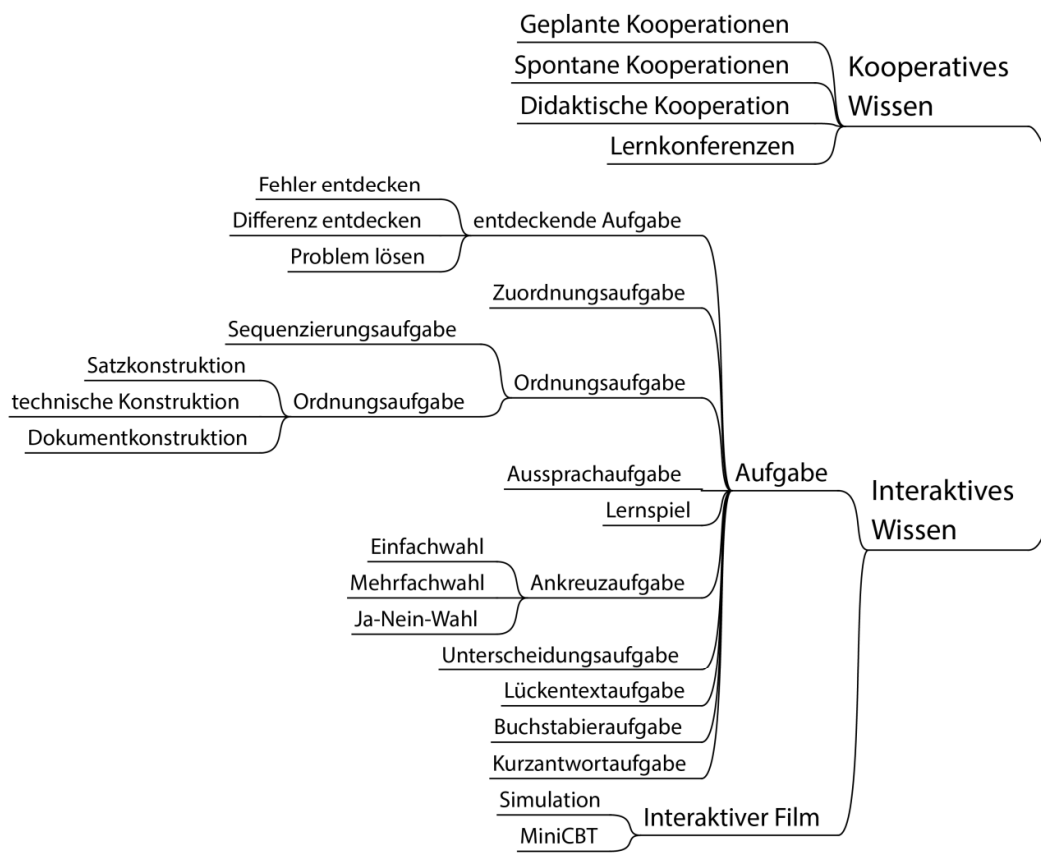
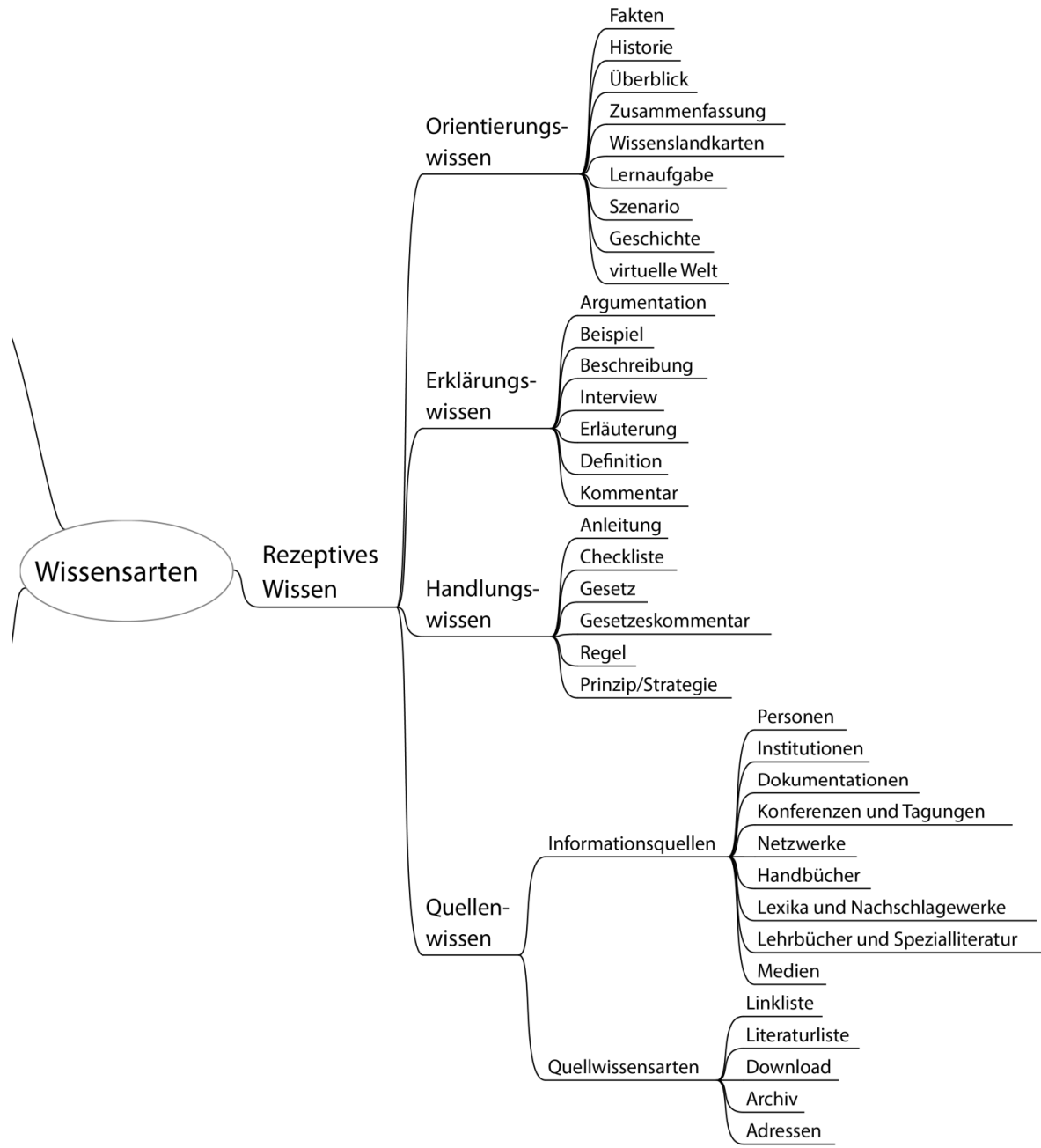


Abbildung 16: Ontologie der Wissensarten nach [Swor04]



Glossar

EVA-Prinzip	Prinzip der Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe
EPA	Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung
G8	Achtjähriges Gymnasium, d.h. Gymnasium mit den Klassenstufen 5-12
G9	Neunjähriges Gymnasium, d.h. Gymnasium mit den Klassenstufen 5-13
GI	Gesellschaft für Informatik e.V.
HTML	Hypertext Markup Language
SVG	Scalable Vector Graphics
WPF	Windows Presentation Foundation
Ust.	Unterrichtsstunden

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ontologie der Interaktionen	37
Abbildung 2: Grundstruktur des Programms LVIRA 2.0	55
Abbildung 3: Farbcodierung der Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe und des Bussystems	56
Abbildung 4: Grundlegende Layoutcontainer des Werkzeuges	57
Abbildung 5: Icons in der Hauptmenüleiste	57
Abbildung 6: Animationsnavigationsmöglichkeiten in LVIRA 2.0	57
Abbildung 7: Ontologie der Wissensarten nach [Sw04], Teilzweig Orientierungswissen	60
Abbildung 8: Vermittlung von Orientierungswissen im Hauptmenü von LVIRA	61
Abbildung 9: Beispielhafte Umsetzung des Szenarios aus Abschnitt 6.3 in Niveaustufe III	62
Abbildung 10: Glow-Effekte der einzelnen Komponenten, um die Auswahl zu verdeutlichen	63
Abbildung 11: Quiz zur Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe	64
Abbildung 12: Quiz zum Erlernen der Dualzahlen	65
Abbildung 13: Vermittlung des von-Neumann-Prinzips durch die Detailansicht der CPU	67
Abbildung 14: Das HTML5-Universum, aus [Mela11]	71
Abbildung 15: Dateistruktur von LVIRA 2.0	75
Abbildung 16: Ontologie der Wissensarten nach [Sw04]	I

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Rechnerarchitekturbezogene Themen des Inhaltsbereiches "Information und Daten", aus [Gese08, S. 14].....	6
Tabelle 2:	Rechnerarchitekturbezogene Themen des Inhaltsbereiches "Sprachen und Automaten", aus [Gese08, S. 16].....	6
Tabelle 3:	Rechnerarchitekturbezogene Themen des Inhaltsbereiches "Informatiksysteme", aus [Gese08, S. 17].....	7
Tabelle 4:	Rechnerarchitekturbezogene Themen der Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Informatik, aus [Skr04, S. 6].....	8
Tabelle 5:	Inhalte (Rechnerarchitektur) im Fach Arbeitslehre der Hauptschule in Hessen, aus [Hess03a].....	13
Tabelle 6:	Inhalte des Wahlthemas "Technische Informatik" der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe in Hessen, aus [Hess10].....	14
Tabelle 7:	Inhalte des Wahl(pflicht-)faches Informatik in der Sekundarstufe I.....	18
Tabelle 8:	Verbindliche Inhalte im Grundfach Informatik aus [Rhei08a].....	19
Tabelle 9:	Verbindliche Inhalte im Leistungsfach Informatik aus [Rhei08a].....	19
Tabelle 10:	Inhalte zur Rechnerarchitektur in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe aus [Saar06b].....	20
Tabelle 11:	Themenbereich "Funktionsweise von Computersystemen" im zweistündigen und vierstündigen G-Kurs der Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe im Saarland, aus [Saar08] und [Saar10].....	21
Tabelle 12:	Inhalte zur Rechnerarchitektur im Fach Technik/Computer der Mittelschule und des Gymnasiums in Sachsen, aus [Säch09a] und [Säch09b].....	22
Tabelle 13:	Lehrinhalte (Rechnerarchitektur) des Fachs Informatik der Mittelschule in Sachsen, aus [Säch09c].....	22
Tabelle 14:	Lehrinhalte (Rechnerarchitektur) des Fachs Informatik des Gymnasiums in Sachsen, aus [Säch11].....	24
Tabelle 15:	Informatische Bildung in der Sekundarschule Sachsen-Anhalt, beschränkt auf Rechnerarchitektur, aus [Kult12] und [Kult00].....	24
Tabelle 16:	Inhalte (Rechnerarchitektur) der Wahlpflichtfächer "Einführung in die Arbeit mit dem PC" [Kult04] und „Moderne Medienwelten“ [Kult00] im Gymnasium in Sachsen-Anhalt.....	25
Tabelle 17:	Inhalte (Rechnerarchitektur) des Wahlpflichtfachs Informatik in der Gymnasialen Oberstufe in Sachsen-Anhalt [Kult03b].....	26
Tabelle 18:	Rechnerarchitektur-Inhalte des (Wahl-)Pflichtfachs Angewandte Informatik aller weiterführenden allgemeinbildenden Schulen in Schleswig-Holstein, aus [Mini10].....	27
Tabelle 19:	Rechnerarchitektur-Inhalte des Fachs Informatik der Sekundarstufe II in Schleswig-Holstein, aus [Mini02].....	28
Tabelle 20:	Rechnerarchitektur-Inhalte des Kurses Medienkunde auf weiterführenden Schulen der Sekundarstufe I in Thüringen, aus [Thür10].....	29
Tabelle 21:	Rechnerarchitektur-Inhalte des Wahlfachs bzw. Wahlpflichtfachs Informatik in der Regelschule in Thüringen, aus [Thür11].....	30
Tabelle 22:	Rechnerarchitektur-Inhalte des Wahl(pflicht)fachs Informatik für den Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife in Thüringen, aus [Thür12]....	30

Tabelle 23: Mögliche inhaltliche Schwerpunkte für ein Werkzeug zur Visualisierung von Rechnerarchitekturen, priorisiert nach Art eines Pflichtenhefts	32
Tabelle 24: Kategorisierte inhaltliche Anforderungen zur Entscheidung, ob diese erfüllt sind oder nicht	43
Tabelle 25: Kriterienkatalog zur Bewertung eines Lernwerkzeuges, Abschnitt der Eignung für die Zielgruppe	45
Tabelle 26: Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit in einem Lernwerkzeug	45
Tabelle 27: Kriterienkatalog zur Werkzeugbewertung, Abschnitt "Motivationsfördernde Interaktionen"	46
Tabelle 28: Systemvoraussetzungen und plattformspezifische Anforderungen an das Werkzeug	46
Tabelle 29: Umgesetzte inhaltliche Komponenten in LVIRA	48
Tabelle 30: Eignung von LVIRA für die Zielgruppe	49
Tabelle 31: Kriterienkatalog zur Bewertung von LVIRA, Abschnitt zur Benutzerfreundlichkeit	49
Tabelle 32: Übersicht über die Ausprägung motivationsfördernder Interaktivitäten in LVIRA	51
Tabelle 33: Bewertung der verwendeten Plattform bei LVIRA	51
Tabelle 34: Lerninhalte des Werkzeuges, eingeteilt in drei Niveaustufen	54
Tabelle 35: Farbcodierung in LVIRA 2.0	56
Tabelle 36: Darstellung des ersten Szenarios in den einzelnen Niveaustufen	60
Tabelle 37: Inhaltliche Abdeckung der in der Konzeption vorgestellten Module	68

Literaturverzeichnis

- [AMLL04] ARDITO, C. ; DE MARSICO, M. ; LANZILOTTI, R. ; LEVIALDI, S. ; ROSELLI, T. ; ROSSANO, V. ; TERSIGNI, M.: Usability of E-learning tools. In: *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, AVI '04*. New York, NY, USA : ACM, 2004 — ISBN 1-58113-867-9, S. 80–84
- [Bade04a] BADEN-WÜRTTEMBERG MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT: Bildungsplan 2004 Realschule., 2004
- [Bade04b] BADEN-WÜRTTEMBERG MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT: Bildungsplan 2004 Allgemeinbildendes Gymnasium., 2004
- [Bade12] BADEN-WÜRTTEMBERG MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT: Bildungsplan 2012 Werkrealschule., 2012
- [Bamf08] BAMF - BUNDESAMT FÜR MIGRATION UND FLÜCHTLINGE: *Schulische Bildung von Migranten in Deutschland*. URL http://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Publikationen/WorkingPapers/wp13-schulische-bildung.html;jsessionid=B6E1911176929291AF1418E5D5887C7C.1_cid286. - abgerufen am 2013-09-28
- [Baum96] BAUMANN, RÜDEGER: *Didaktik der Informatik*. 2. Aufl. Stuttgart [u.a.] : Klett, 1996 — ISBN 9783129850206
- [Baye13] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS: *Das bayerische Schulsystem*. URL <http://www.km.bayern.de/eltern/schularten.html>. - abgerufen am 2013-04-11
- [Berl06a] BERLIN SENATSVERWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT: Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I. ITG Informatik., 2006
- [Berl06b] BERLIN SENATSVERWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe. Informatik., 2006
- [Berl06c] BERLIN, LAND BRANDENBURG, MECKLENBURG-VORPOMMERN: Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe Informatik. 2006
- [Berl06d] BERLIN, LAND BRANDENBURG, MECKLENBURG-VORPOMMERN: Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe Informatik (2006)
- [Bild13] BILDUNGSSERVER HESSEN: *Mittelstufenschulen in Hessen. Organisationsstruktur*. URL <http://mittelstufenschule.bildung.hessen.de/grundsaeetze/Organisationsstruktur.html>. - abgerufen am 2013-05-16

- [Brem02] BREMEN, SENATOR FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT: Medienbildung. Rahmenplan für die Sekundarstufe I (2002)
- [Brem09] BREMEN, DIE SENATORIN FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT: Informatik. Bildungsplan für die Gymnasiale Oberstufe - Qualifikationsphase - (2009)
- [Brem13] BREMEN, DIE SENATORIN FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT: *Allgemeinbildende öffentliche Schulen. Wege zum allgemeinen Schulabschluss in Bremen*. URL <http://www.bildung.bremen.de/sixcms/detail.php?gsid=bremen117.c.3716.de>. - abgerufen am 2013-04-08
- [Buss11] BUSSEWITZ, BJÖRN: *Konzipierung und Realisierung einer interaktiven Visualisierung von Rechnerarchitekturen*. Dresden, Technische Universität Dresden, 2011
- [Cani13] CANIUSE: *Can I use Inline SVG in HTML5*. URL <http://caniuse.com/svg-html5>. - abgerufen am 2013-08-01
- [ChSw91] CHANDLER, PAUL ; SWELLER, JOHN: Cognitive load theory and the format of instruction. In: *Cognition and instruction* Bd. 8 (1991), Nr. 4, S. 293–332
- [DaFS12] DAILEY, DAVID ; FROST, JON ; STRAZZULLO, DOMENICO: *Building web applications with SVG*. Sebastopol, Calif. : O’Reilly, 2012 — ISBN 0735660123
- [Dell12] DELL: *Innovation in Education: Public opinion poll of parents, teachers and students*. URL http://i.dell.com/sites/doccontent/corporate/secure/en/Documents/PolIOverview_FINAL.pdf. - abgerufen am 2013-08-01
- [Derm12] DER MINISTERPRÄSIDENT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN MIT DER STAATSKANZLEI: *Allgemein bildende Schulen*. URL http://www.schleswig-hols-tein.de/Bildung/DE/Schulen/AllgemeinbildendeSchulen/Allgemeinbildende_Schulen_node.html. - abgerufen am 2013-05-19
- [Döbe13] DÖBELI HONEGGER, BEAT: *Beats Bibliothek: Lernumgebung*. URL <http://beat.doebe.li/bibliothek/w00798.html>. - abgerufen am 2013-09-29
- [Egmo12] EGMONT MEDIA SOLUTIONS: KidsVerbraucherAnalyse 2012 (2012)
- [Eife10] EIFERT, KLAUS: *Computerhardware für Anfänger / die Hardware kennenlernen - Warnzeichen erkennen - Fehler und Reparaturen vermeiden - PC selbst aufrüsten*. 1. Aufl. Aufl. [Leipzig] : Eifert, 2010 — ISBN 3000325964

- [Frei01] FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BEHÖRDE FÜR BILDUNG UND SPORT: Bildungsplan Stadtteilschule. Lernbereich Naturwissenschaften und Technik (2001)
- [Frei09] FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BEHÖRDE FÜR BILDUNG UND SPORT: Rahmenplan Informatik. Bildungsplan Gymnasiale Oberstufe (2009)
- [Frei11a] FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BEHÖRDE FÜR BILDUNG UND SPORT: Bildungsplan Gymnasium Sekundarstufe I. Naturwissenschaften / Technik (2011)
- [Frei11b] FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BEHÖRDE FÜR BILDUNG UND SPORT: Bildungsplan Gymnasium Sekundarstufe I. Informatik Wahlpflichtfach (2011)
- [Gese08] GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK E.V.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. In: , 2008
- [Gese10] GESELLSCHAFT ARBEIT UND ERGONOMIE - ONLINE E.V.: *Übersicht über die Grundsätze der Dialoggestaltung nach DIN EN ISO 9241-110*. URL http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen_der_software_ergon/grundsätze_der_dialoggestalt.htm. - abgerufen am 2013-10-01
- [Hamb13] HAMBURG.DE: *Schulstruktur*. URL <http://www.hamburg.de/schulstruktur/>. - abgerufen am 2013-04-08. — hamburg.de
- [Haye13] HAYEK, HANS-JÜRGEN: *Schule und Recht in Niedersachsen. Gesetze, Verordnungen, Erlasse und Kommentare*. URL <http://www.schule.de/22410/21,82150,7.htm>
- [Hess03a] HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM: Lehrplan Arbeitslehre. Bildungsgang Hauptschule. Jahrgangsstufen 5 bis 9/10 (2003)
- [Hess03b] HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM: Lehrplan Arbeitslehre. Bildungsgang Realschule. Jahrgangsstufen 5 bis 10 (2003)
- [Hess03c] HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM: Handreichung zur Arbeit mit den Lehrplänen der Bildungsgänge Hauptschule und Realschule Arbeitslehre an schulformübergreifenden (integrierten) Gesamtschulen (2003)
- [Hess10] HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM: Lehrplan Informatik. Gymnasialer Bildungsgang. Gymnasiale Oberstufe (2010)
- [Hess13a] HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM: *Wahlmöglichkeit G8/G9*. URL http://verwaltung.hessen.de/irj/HKM_Internet?cid=1763142a038afa2d4fe719af8584f525. - abgerufen am 2013-05-16

- [Hess13b] HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM: Aufgabengebiete Bildungsgang Hauptschule (2013)
- [Hess13c] HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM: *Aufgabengebiete Gymnasialer Bildungsgang. Jahrgangsstufen 5-13*. URL http://verwaltung.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HKM_15/HKM_Internet. - abgerufen am 2013-05-16
- [Hows13] HOWSTUFFWORKS.COM: *How Computer Keyboards Work*. URL <http://computer.howstuffworks.com/keyboard.htm>. - abgerufen am 2013-05-29. — HowStuffWorks
- [Hubw07] HUBWIESER, PETER: *Didaktik der Informatik / Grundlagen, Konzepte, Beispiele ; mit ... 68 Tabellen*. 3., überarb. u. erw. Aufl. Aufl. Berlin ; Heidelberg [u.a.] : Springer, 2007 — ISBN 354072477X
- [Init13] INITIATIVE D21 E.V.: *D21-Digital-Index. Der Digitalisierungsgrad Deutschlands auf einen Blick*. URL <http://www.initiativesd21.de/portfolio/d21-digital-index>. - abgerufen am 2013-09-28
- [Kell87] KELLER, JOHNM.: Development and use of the ARCS model of instructional design. In: *Journal of instructional development* Bd. 10 (1987), Nr. 3, S. 2–10
- [Krie06] KRIEG, HARDY: *Die Hardware des Computers - Tastatur*. URL <http://www.computer-begreifen.de/hardware/tastatur.html>. - abgerufen am 2013-06-02
- [Krön12] KRÖNER, PETER: *HTML5 und CSS3 / die neuen Webstandards im praktischen Einsatz ; über 9 Stunden Praxiswissen für zukunftssichere Webseiten und HTML5-Webapps ; Video-Training ; mit CSS3- und HTML5-Referenz*. Bonn : Galileo Press, 2012 — ISBN 3836218313
- [Kult00] KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT: Vorläufige Rahmenrichtlinien Moderne Medienwelten Sekundarschule. In: , 2000
- [Kult03a] KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT: Rahmenrichtlinien Gymnasium Technik (2003)
- [Kult03b] KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT: Rahmenrichtlinien Gymnasium Informatik. , 2003
- [Kult04] KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT: Rahmenrichtlinien Gymnasium Einführung in die Arbeit mit dem PC. In: , 2004
- [Kult12] KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT: Fachlehrplan Sekundarschule Technik. , 2012
- [Land08a] LAND BRANDENBURG MINISTERIUM FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT: Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I. Jahrgangsstufen 7 – 10. Informatik (2008)

- [Land08b] LAND BRANDENBURG MINISTERIUM FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT: Vorläufiger Rahmenlehrplan für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg. Informatik (2008)
- [Land13a] LANDESPORTAL SACHSEN-ANHALT: *Das Schulsystem in Sachsen-Anhalt*. URL <http://www.sachsen-anhalt.de/index.php?id=fld4dtdatzfyc>. - abgerufen am 2013-05-16
- [Land13b] LANDESAKADEMIE FÜR FORTBILDUNG UND PERSONALENTWICKLUNG AN SCHULEN: *Linux als Betriebssystem für die Arbeitsplatzrechner in Schulen?* URL <http://lehrerfortbildung-bw.de/werkstatt/opensource/os/schule/linux/>. - abgerufen am 2013-09-15
- [Maxp13] MAX-PLANCK-GYMNASIUM SAARLOUIS: Abitur 2015. Informationen zur Kursphase der gymnasialen Oberstufe (2013)
- [Meck01] MECKLENBURG-VORPOMMERN MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: Rahmenplan Informatische Grundbildung (2001)
- [Meck02a] MECKLENBURG-VORPOMMERN MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: Rahmenplan Informatik Regionale Schule (2002)
- [Meck02b] MECKLENBURG-VORPOMMERN MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: Rahmenplan Informatik Gymnasium (2002)
- [Meck04] MECKLENBURG-VORPOMMERN MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: Rahmenplan Medienerziehung (2004)
- [Meck13] MECKLENBURG-VORPOMMERN, MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: *Das Schulsystem im Überblick*. URL http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/bm/Themen/Schule/Das_Schulsystem_im_Ueberblick/index.jsp. - abgerufen am 2013-04-08. — Regierungsportal Mecklenburg-Vorpommern
- [Mela11] MELANCHTHON, DANIEL: *Gastartikel: HTML5 im Überblick - Windows 7 - Site Home - TechNet Blogs*. URL <http://blogs.technet.com/b/sieben/archive/2011/03/09/gastartikel-html5-im-220-berblick.aspx>. - abgerufen am 2013-10-01
- [Mini02] MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KULTUR DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN: Lehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium, Gesamtschule, Fachgymnasium Informatik. , 2002
- [Mini10] MINISTERIUM FÜR BILDUNG UND KULTUR DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN: Fachlehrplan Angewandte Informatik. , 2010

- [Mini13] MINISTERIUM FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN: *Lehrpläne Sekundarstufe I (Sek I)*. URL <http://lehrplan.lernnetz.de/index.php?wahl=5>. - abgerufen am 2013-05-19
- [Mini97] MINISTERIUM FÜR BILDUNG UND KULTUR DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN: *Fachlehrplan Technik*. , 1997
- [Münc00] MÜNCHEN, STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG: *Lehrplan für die bayerische Mittelschule, Kapitel III-Teil I Jahrgangsstufe 9*.
- [Münc04a] MÜNCHEN, STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG: *Lehrplan für die bayerische Mittelschule, Kapitel III-Teil I Jahrgangsstufe 7*. , 2004
- [Münc04b] MÜNCHEN, STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG: *Lehrplan für die bayerische Mittelschule, Kapitel III-Teil I Jahrgangsstufe 8*. , 2004
- [Münc04c] MÜNCHEN, STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG: *Lehrplan für die bayerische Mittelschule, Kapitel II.2. Fachbezogene Unterrichts- und Erziehungsaufgaben - Fachprofile*. , 2004
- [Münc08] MÜNCHEN, STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG: *Informationstechnologie Gesamtkonzept Realschule*. , 2008
- [Murp12] MURPHY, CHRISTOPHER: *Beginning HTML5 and CSS3 / [the web evolved ; next generation web standards]*. [s.l]. : Apress, 2012 — ISBN 1430228741
- [NiDH08] NIEGEMANN, HELMUT M. ; DOMAGK, STEFFI ; HESSEL, SILVIA: *Kompendium Multimediales Lernen* : Springer, 2008 — ISBN 3540372261
- [Nied06] NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM: *Unser Schulwesen in Niedersachsen - auf einen Blick (2006)*
- [Nied10a] NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM: *Kerncurriculum für die Hauptschule. Technik (2010)*
- [Nied10b] NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM: *Kerncurriculum für die Realschule. Technik (2010)*
- [Nied10c] NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM: *Kerncurriculum für die Integrierte Gesamtschule. Schuljahrgänge 5-10. Arbeit-Wirtschaft-Technik (2010)*
- [Nied11] NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM: *Kerncurriculum für die Realschule. Profil Technik (2011)*

- [Nord12] NORDRHEIN-WESTFALEN MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES: Kernlehrplan und Richtlinien für die Hauptschule in Nordrhein-Westfalen. Arbeitslehre Hauswirtschaft, Technik, Wirtschaft (2012)
- [Nord13a] NORDRHEIN-WESTFALEN MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES: *Schulformen - MSW NRW Bildungsportal*. URL <http://www.schulministerium.nrw.de/BP/Schulsystem/Schulformen/index.html>. - abgerufen am 2013-05-08
- [Nord13b] NORDRHEIN-WESTFALEN MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES: *Kernlehrpläne - Hauptschule*. URL <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/kernlehrplaene-sek-i/hauptschule/>. - abgerufen am 2013-05-09
- [Nord13c] NORDRHEIN-WESTFALEN MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES: *Kernlehrpläne - Gymnasium (G8)*. URL <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/kernlehrplaene-sek-i/gymnasium-g8/>. - abgerufen am 2013-05-14
- [Nord13d] NORDRHEIN-WESTFALEN MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES: *Kernlehrplan Informatik für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule*. URL http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/GOSt_Informatik_2013-04-29_Verbaendebeteiligung.pdf. - abgerufen am 2013-05-09
- [Rey09] REY, GÜNTER DANIEL: *E-Learning / Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*. 1. Aufl. Aufl. Bern : Huber, 2009 — ISBN 3456847432
- [Rhei08a] RHEINLAND-PFALZ. MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, JUGEND UND KULTUR: Lehrplan Informatik. Grund- und Leistungsfach. Einführungsphase und Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe (Mainzer Studienstufe) (2008)
- [Rhei08b] RHEINLAND-PFALZ. MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, JUGEND UND KULTUR: Lehrplan Informatik. Wahlfach und Wahlpflichtfach an Gymnasien und Integrierten Gesamtschulen (Sekundarstufe I) (2008)
- [Rhei10] RHEINLAND-PFALZ. MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, JUGEND UND KULTUR: Rahmenplan Wahlpflichtbereich Realschule plus (2010)
- [RKHF02] RISER, URS ; KEUNEKE, JÜRGEN ; HOFFMANN, BRUNI ; FREIBICHLER, HANS: *Konzeption und Entwicklung interaktiver Lernprogramme / Kompendium und multimedialer Workshop Lernen Interaktiv*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2002 — ISBN 9783540674375

- [Saar06a] SAARLAND MINISTERIUM FÜR BILDUNG, KULTUR UND WISSENSCHAFT: Achtjähriges Gymnasium Informatik (2006)
- [Saar06b] SAARLAND MINISTERIUM FÜR BILDUNG, KULTUR UND WISSENSCHAFT: Lehrplan Informatik für die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe (2006)
- [Saar08] SAARLAND MINISTERIUM FÜR BILDUNG, FAMILIE, FRAUEN UND KULTUR: Gymnasiale Oberstufe Saar (GOS). Lehrplan Informatik G-Kurs (zweistündig) (2008)
- [Saar10] SAARLAND MINISTERIUM FÜR BILDUNG: Gymnasiale Oberstufe Saar (GOS). Lehrplan Informatik G-Kurs (vierstündig) (2010)
- [Saar11] SAARLAND MINISTERIUM FÜR BILDUNG: Lehrplan Informationstechnische Grundbildung für die Klassenstufe 5 (2011)
- [Saar12a] SAARLAND MINISTERIUM FÜR BILDUNG UND KULTUR: Welche Schule für mein Kind? Ein Ratgeber für Grundschulleitern (2012)
- [Saar12b] SAARLAND MINISTERIUM FÜR BILDUNG UND KULTUR: Lehrplan Arbeitslehre. Gemeinschaftsschule. Klassenstufen 5 und 6 (2012)
- [Säch09a] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR KULTUS: Lehrplan Mittelschule Technik/Computer. , 2009
- [Säch09b] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR KULTUS: Lehrplan Gymnasium Technik/Computer. , 2009
- [Säch09c] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR KULTUS: Lehrplan Mittelschule Informatik. , 2009
- [Säch11] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR KULTUS: Lehrplan Gymnasium Informatik. , 2011
- [Säch12] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR KULTUS: *Das sächsische Schulsystem*. URL http://www.schule.sachsen.de/download/download_bildung/schulsystem_sachsen__2012.pdf. - abgerufen am 2013-05-16
- [Sche11] SCHEER, PROF. DR. AUGUST-WILHELM: *Pressekonferenz Lehrerumfrage: Digitale Medien für die Schule 2.0*. URL http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Praesentation_Lehrerumfrage_IT_in_Schulen_09_05_2011_final.pdf. - abgerufen am 2013-04-11
- [Schl97] SCHLESWIG-HOLSTEIN MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KULTUR: *IKTG*. URL <http://www.schulrechtsh.de/texte/i/iktg.htm>. - abgerufen am 2013-05-19
- [Schu05] SCHULMEISTER, ROLF: *Interaktivität in Multimedia-Anwendungen*.

- [ScSc11] SCHUBERT, SIGRID ; SCHWILL, ANDREAS: *Didaktik der Informatik*. 2. Aufl. Aufl. Heidelberg : Spektrum, Akad. Verl., 2011 — ISBN 3827426529
- [Sekr04] SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung - (info,2004) : Informatik : [Beschluß vom 1.12.1989 i.d.F. vom 5.2.2004]*. Neuwied : Luchterhand, 2004
- [Seng11] SENG, MARCO: Aufregung um Informatik-Unterricht. Verband beklagt Mangel an Lehrern und Büchern – Ministerium sieht keine Probleme. In: *NWZ Online* (2011)
- [Shne04] SHNEIDERMAN, BEN: Designing for fun: how can we design user interfaces to be more fun? In: *interactions* Bd. 11 (2004), Nr. 5, S. 48–50
- [Staa04] STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG MÜNCHEN: Lehrplan Informatik Gymnasium Jahrgangsstufe 12 (2004)
- [Staa08] STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG MÜNCHEN: Neuer Lehrplan im Fach Informationstechnologie - Anregungen zur Umsetzung - A8: Prinzipien der Datenverarbeitung (2008)
- [Star10] STARRUß, ISABELLE: *Synopse zum Informatikunterricht in Deutschland. Analyse der informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen auf der Basis der im Jahr 2010 gültigen Lehrpläne und Richtlinien*, TU Dresden, 2010
- [Stat13] STATISTA GMBH: *Betriebssysteme - Marktanteile weltweit bis März 2013*. URL <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/157902/umfrage/marktanteil-der-genutzten-betriebssysteme-weltweit-seit-2009/>. - abgerufen am 2013-05-28
- [Stud13a] STUDIENKREIS GMBH: *Das Schulsystem von Hessen*. URL <http://www.studienkreis.de/infothek/bundeslandinfos/schulsysteme/hessen.html>. - abgerufen am 2013-05-16
- [Stud13b] STUDIENKREIS GMBH: *Das Schulsystem von Rheinland-Pfalz*. URL <http://www.studienkreis.de/infothek/bundeslandinfos/schulsysteme/rheinland-pfalz.html>. - abgerufen am 2013-05-14
- [Suca10] SUCAN, MIHAI: *SVG or Canvas? Choosing between the two*. URL <http://dev.opera.com/articles/view/svg-or-canvas-choosing-between-the-two/>. - abgerufen am 2013-06-27
- [Swert04] SWERTZ, CHRISTIAN: *Didaktisches Design / ein Leitfaden für den Aufbau hypermedialer Lernsysteme mit der Web-Didaktik*. Bielefeld : Bertelsmann, 2004 — ISBN 9783763901937

- [Thür10] THÜRINGER MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: Medienkunde. , 2010
- [Thür11] THÜRINGER MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: Lehrplan für den Erwerb des Hauptschul- oder Realschulabschlusses. Wahlpflichtfach Informatik (Entwurfassung). In: , 2011
- [Thür12] THÜRINGER MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife. Informatik. , 2012
- [Thür13] THÜRINGER MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR: *Das Thüringer Schulsystem*. URL <http://www.thueringen.de/th2/tmbwk/bildung/schulwesen/schulsystem/>. - abgerufen am 2013-05-19