



Protokoll über die durchgeführte Projektarbeit

Das Protokoll ist der Dokumentation als Anhang beizufügen!

Prüfungsteilnehmer/-in

Ausbildungsberuf/ Prüfungsausschuss

1. Arbeitszeit

Das Projekt wurde von mir in der kalkulierten Zeit komplett fertiggestellt, einschließlich erforderlicher Nacharbeit ☐ ja ☐ nein

Nein, die Zeit wurde um _____ Stunden ☐ unterschritten ☐ überschritten.

Begründung

2. Ausführung

2.1 Das Projekt habe ich nach dem eingereichten Projektantrag ausgeführt

☐ ja ☐ nein

2.2 Hilfestellung war erforderlich

☐ ja ☐ nein

Begründung bei Hilfestellung

Umfang bei Hilfestellung



2.3 Das Projekt habe ich ohne Nacharbeit in einem kundengerechten Zustand übergeben

☐ ja ☐ nein

Begründung bei Nacharbeit

Umfang der Nacharbeit

2.4 Das Projekt war ein Einzelprojekt

☐ ja ☐ nein

3. Dokumentation

3.1 Die Dokumentation habe ich selbst, ohne fremde Hilfe, erstellt.

☐ ja ☐ nein

Hilfestellung

Persönliche Erklärung

Ich versichere durch meine Unterschrift, dass ich die Projektarbeit und die eingereichte Dokumentation selbstständig angefertigt, alle Stellen, die ich wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen, als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit hat in dieser Form keiner anderen Prüfungsinstitution vorgelegen.

Datum

Unterschrift Prüfungsteilnehmer/-in

Unterschrift Projektverantwortliche/-r des Auftraggebers



Abschlussprüfung Sommer 2023

Fachinformatiker für Systemintegration

Dokumentation zur betrieblichen Projektarbeit

Erweiterung eines Schulnetzwerkes um ein kabelloses Netzwerk

Implementierung einer WLAN Lösung

Abgabetermin: Berlin, den 08.06.2023

Prüfungsbewerber:

Marcel Akremi
Streitstraße 55
13587 Berlin



Ausbildungsbetrieb:

ARKTIS IT SOLUTIONS GMBH
Brunsbütteler Damm 156-172
13581 Berlin

Dieses Werk einschließlich seiner Teile ist **urheberrechtlich geschützt**. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	III
Literaturverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Projektumfeld	1
1.2 Projektziel	1
1.3 Projektbegründung	1
1.4 Projektschnittstellen	2
1.4.1 Organisatorische Projektschnittstellen	2
1.4.2 Technische Projektschnittstellen	2
1.4.3 Personenelle Schnittstellen	2
1.5 Projektabgrenzung	2
2 Projektplanung	3
2.1 Projektphasen	3
2.2 Abweichungen vom Projektantrag	3
3 Analysephase	4
3.1 Kundengespräch	4
3.2 Ist-Analyse	4
3.3 Soll-Analyse	4
3.4 Auswahl der Hardwarekomponenten nach Kundenanforderungen	5
3.5 Projektkosten	5
3.5.1 Personalkosten	5
3.5.2 Ressourcenkosten	5
3.5.3 Gesamtkosten	6
3.6 Amortisationsdauer	6
3.7 Wirtschaftlichkeitsanalyse	6
3.8 Schutzbedarf	6
3.9 Schutzmaßnahmen	7
4 Implementierungsphase	7
4.1 Bestellung	7
4.2 Inventarisierung und Lizenzaktivierung der Netzwerkgeräte	7
4.3 Einrichten des Testaufbaus	7
4.4 Konfiguration der Layer 2 Switches	8

Abbildungsverzeichnis

4.5	Konfiguration der Core Switches	8
5	Deploymentphase	8
5.1	Zielformat	8
5.2	Architekturdesign	8
5.3	Entwurf der Benutzeroberfläche	9
5.4	Datenmodell	9
5.5	Geschäftslogik	9
5.6	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	10
5.7	Pflichtenheft/Datenverarbeitungskonzept	10
6	Dokumentation	10
7	Fazit	11
7.1	Soll-/Ist-Vergleich	11
7.2	Reflexion	12
7.3	Optimierungsmöglichkeiten	12
7.4	Ausblick	12
A	Anhang	i
A.1	Detaillierte Zeitplanung	i
A.2	Personalkosten	ii
A.3	Gesamtkostenaufstellung	ii
A.4	NetzwerkplanIST	iii
A.5	NetzwerkplanSOLL	iv
A.6	Materialdisposition	v
A.7	Registrierung	v
A.8	Oberflächenentwürfe	vi
A.9	Screenshots der Anwendung	viii
A.10	Entwicklerdokumentation	x
A.11	Testfall und sein Aufruf auf der Konsole	xii
A.12	Klasse: ComparedNaturalModuleInformation	xiii
A.13	Klassendiagramm	xvii
A.14	Benutzerdokumentation	xviii

Abbildungsverzeichnis

1	Vereinfachtes ER-Modell	9
2	Prozess des Einlesens eines Moduls	10
3	Liste der Module mit Filtermöglichkeiten	vi
4	Anzeige der Übersichtsseite einzelner Module	vii

5	Anzeige und Filterung der Module nach Tags	vii
6	Anzeige und Filterung der Module nach Tags	viii
7	Liste der Module mit Filtermöglichkeiten	ix
8	Aufruf des Testfalls auf der Konsole	xiii
9	Klassendiagramm	xvii

Tabellenverzeichnis

1	Zeitplanung	3
2	Entscheidungsmatrix	8
3	Soll-/Ist-Vergleich	11

Abkürzungsverzeichnis

Arktis	Arktis IT solutions GmbH	1
UG	Untergeschoss	4
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line	
LAN	Local Area Network	
VLAN	Virtual Local Area Network	
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik	6
POE	Power over Ethernet	5
PSK	Pre-Shared Key	7
LAG	Link Aggregation Group	5
DAC	Direct Attach Copper	7
XML	Extensible Markup Language	

Literaturverzeichnis

- [lancom-systems.de] LANCOM-SYSTEMS.DE: *Infopaper - Limited Lifetime Warranty – Maximale Garantie für LANCOM Enterprise-Switches*. <https://www.lancom-systems.de/pdf/infopaper/LANCOM-Limited-Lifetime-Warranty-DE.pdf>, Abruf: 4.06.2023
- [phpdoc.org 2010] PHPDOC.ORG: *phpDocumentor-Website*. Version: 2010. <http://www.phpdoc.org/>, Abruf: 20.04.2010

1 Einleitung

Die folgende Projektdokumentation erläutert den Ablauf des IHK-Abschlussprojektes, das der Autor im Rahmen seiner Ausbildung zum Fachinformatiker für Systemintegration durchgeführt hat. Alle Einkaufspreise und Kalkulationen wurden abgeändert, da sie unter das Betriebsgeheimnis fallen. Aufgrund von Datenschutzbestimmungen müssen Personen und Organisationen, die im Zusammenhang mit diesem Projekt stehen, anonym bleiben und IP-Adressen und Gerätenamen aufgrund des Datenschutzes abgeändert werden. Daher werden Personen und Organisationen, die die Dienste der Arktis IT solutions GmbH ([Arktis](#)) in Anspruch nehmen im Folgenden nur als Kunde bezeichnet.

1.1 Projektumfeld

Der Ausbildungsbetrieb [Arktis](#) ist ein mittelständischer IT-Dienstleister mit Hauptsitz in Berlin. Die [Arktis](#) beschäftigt zur Zeit ca. 158 MitarbeiterInnen und bietet Technologielösungen mit den Schwerpunkten IT Security, IT-Infrastrukturmanagement, Integrierte Kommunikationslösungen, Intelligente Gebäudetechnik und Digitalisierung an. Beim Kunden handelt es sich um eine Gesamtschule. Der gesamte Schulcampus umfasst ca. 34.000 Quadratmeter und das Schulgebäude hat 30 Klassenräume, welche auf 3 Stockwerke verteilt sind. Der Kunde hat aktuell für die festen Arbeitsplätze ein kabelgebundenes Netzwerk mit Zugang zum Internet über deren Internetprovider.

Zum Umfeld gehören auch die Schnittstellen, s. [1.4](#).

1.2 Projektziel

Seit einiger Zeit werden im Unterricht verstärkt mobile Endgeräte, wie z.B. Tablets und Laptops, verwendet. Das Ziel dieses Projektes ist, die im Schulgebäude eingesetzten mobilen Endgeräte an das interne Schulnetzwerk und das Internet anzubinden. Hierfür soll im Schulgebäude ein kabelloses Netzwerk ausgestrahlt werden, welches die Anbindung der mobilen Endgeräte an das Schulnetz und Internet gewährleistet. Für diesen Zweck soll das bestehende kabelgebundene Netzwerk erneuert und um ein kabelloses Netzwerk erweitert werden. Die Kommunikation in diesem Netzwerk soll durch Switches und Access Points ermöglicht werden. Die Access Points sollen von einem WLAN-Controller zentral gesteuert werden. Die Switches, Access Points und der WLAN-Controller sollen den Kundenanforderungen entsprechend gewählt, konfiguriert und montiert werden.

1.3 Projektbegründung

Da der Kunde bereits mobile Endgeräte als alternatives Unterrichtsmedium verwendet, soll das Projekt das digitale Lernen erleichtern, indem es die Bereitstellung zusätzlicher Dienste wie z.B. einem Moodle Server und Netzwerklauferken ermöglicht. Da die Anbindung von so vielen Geräten, die zum Teil keine Ethernet-Schnittstelle haben, mit einer kabelgebundenen Verbindung wirtschaftlich nicht rentabel ist, wird

1 Einleitung

eine Alternative benötigt. Ein kabelloses Netzwerk ist hierfür sehr gut geeignet, da es im Vergleich zum kabelgebundenen Netzwerk sehr flexibel und skalierbar ist und durch weniger benötigte passive Verkabelung Kosten bei der Anschaffung eingespart werden können.

1.4 Projektschnittstellen

1.4.1 Organisatorische Projektschnittstellen

Das Projekt wurde in dem Team IT-Infrastruktur durchgeführt, welches auch die Räumlichkeiten und nötigen Arbeitsmittel zur Verfügung gestellt hat. Da es sich bei dem Projekt um eine Erweiterung und Teilerneuerung eines bestehenden Netzwerkes handelt, kam es während des Projektes zu einer engen Zusammenarbeit mit der IT Abteilung des Kunden um sicherzustellen, dass die bestehenden Netzwerkkomponenten wie z.B. Webserver und Netzwerkdrucker nach der Durchführung komplett funktionstüchtig sind. Die Bestellung der benötigten Komponenten und den Kontakt mit den Lieferanten hat die Einkaufsabteilung der [Arktis](#) übernommen. Die Personaleinweisung der benötigten Mitarbeiter fand in Koordination mit dem PMO (Projekt Management Office) der Abteilung IT-Infrastruktur statt.

1.4.2 Technische Projektschnittstellen

Die eingesetzten Netzwerkkomponenten sollen mit den VM-Servern des Kunden kommunizieren, auf welchen die IT Abteilung vor Ort in Zukunft ihre Domäne und Services betreiben will. Darüber hinaus melden sich die mobilen Endgeräte im Schulgebäude über die Access Points im Schulnetzwerk an. Die benutzten Netzwerkkomponenten wurden über das Webinterface mit den Tools LANconfig, WLANmonitor und LANmonitor konfiguriert.

1.4.3 Personenelle Schnittstellen

Bei der Lieferung und Installation der Netzwerkkomponenten hat mir ein Mitarbeiter der Abteilung IT-Infrastruktur geholfen. Er ist bei der [Arktis](#) der Experte bezüglich LANCOM-Lösungen und ist für das Hauptprojekt (Netzwerkerneuerung für Schulen in einem Landkreis in Brandenburg) verantwortlich. Bei der Inventarisierung der benutzten Netzwerkkomponenten haben mich die anderen Auszubildenden der Abteilung IT-Infrastruktur unterstützt.

1.5 Projektabgrenzung

Das Projekt ist zwar ein Teilprojekt der Netzwerkerneuerung für Schulen in einem Landkreis in Brandenburg, betrachtet aber nur die Arbeiten an einer Schule. Außerdem beschränkt sich das Projekt auf die Planung des Netzwerklayouts, die Konfiguration der Netzwerkkomponenten und die Ausarbeitung eines Sicherheitskonzepts. Die passive Verkabelung vor Ort für die benötigten Netzwerkdosen hat eine andere

2 Projektplanung

Firma übernommen. Die Montage der Access Points hat nach Kundenwunsch das Personal der Schule übernommen, um Kosten einzusparen. Die Access Points wurden demnach bei uns inventarisiert und danach zum Kunden geschickt. Die VM-Server, die der Kunde über das Netzwerk betreiben will werden von uns nur angebunden, die Einrichtung und Konfiguration ist Aufgabe der IT-Abteilung der Schule. Begehungen und WLAN-Ausleuchtungen würden über den Rahmen dieses Projekts hinaus gehen und wurden deswegen nicht im Detail betrachtet.

2 Projektplanung

2.1 Projektphasen

Das Projekt wurde in 5 Arbeitstagen im Zeitraum vom 14.04.2023 bis zum 31.05.2023 durchgeführt. Das Projekt ist in die vier Phasen „Planungsphase“, „Implementierungsphase“, „Deploymentphase“ und „Projektabschluss“ eingeteilt, wie in Tabelle 1 zu sehen ist.

Projektphase	Geplante Zeit
Planungsphase	14 h
Implementierungsphase	9 h
Deploymentphase	9 h
Projektabschluss	8 h
Gesamt	40 h

Tabelle 1: Zeitplanung

Eine detailliertere Zeitplanung findet sich im Anhang [A.1: Detaillierte Zeitplanung](#) auf Seite i.

2.2 Abweichungen vom Projektantrag

Der detailliertere Projektplan hat sich seit dem Projektantrag etwas verändert, da sich manche Anforderungen geändert haben. Der Kunde hatte angemerkt, dass zusätzlich zu der im Lieferumfang enthaltenen „Limited Lifetime Warranty“, welche Geräte bis zum offiziellen „End of Life“ absichert (siehe [LANCOM-SYSTEMS.DE](https://www.lancom-systems.de)), auch noch eine Garantierweiterung, welche die Lieferung von Ersatzgeräten vom Hersteller zum nächsten Werktag beinhaltet, bestellt werden sollte. Damit diese Garantierweiterung aktiv wird, mussten die Netzwerkgeräte zusätzlich inventarisiert und bei LANCOM auf der Webseite aktiviert werden.

3 Analysephase

3.1 Kundengespräch

Zu Beginn des Projekts wurde ein Kundengespräch per Telefonkonferenz durchgeführt. Anwesend war der IT-Beauftragte der Schule, ein weiterer Mitarbeiter der Arktis, und ich. In diesem Gespräch wurden die Anforderungen und der aktuelle Zustand des Schulnetzwerkes konkretisiert und dokumentiert. Im Anschluss überreichte der Kunde uns die Ergebnisse der Funkausleuchtung, welche vor dem Beginn des Projektes abgeschlossen wurde. Bei der Funkausleuchtung wurden die idealen Montagepunkte für die Access Points und die benötigte Anzahl der Access Points ermittelt, indem an verschiedenen möglichen Installationspunkten die Signalstärke gemessen wurde, um sicherzustellen dass von jedem Teil des Schulgebäudes ein störungsfreier Netzwerkzugang möglich ist. Mit Hilfe der zusätzlichen Informationen konnte ein Ist - und Soll-Konzept im Anschluss an das Gespräch ausgearbeitet werden.

3.2 Ist-Analyse

Der Kunde hat für seine festen Arbeitsplätze ein kabelgebundenes Netzwerk mit Zugang zum Internet über seinen Internet Provider. Die Glasfaserleitung vom Internet Provider kommt in einem Serverraum im 1. Untergeschoss (UG) an und geht dort auf einen **VDSL**-Router, welcher als Gateway zum Internet agiert. Von der Local Area Network **LAN**-Schnittstelle des Routers ist der Router per Kupferkabel mit einem Switch verbunden, welcher über ein Patchfeld mit den festen Arbeitsplätzen verbunden ist (siehe Anhang **A.4: NetzwerkplanIST** auf Seite iii). Die Endgeräte an den festen Arbeitsplätzen sind alle in einem Netz. Die Endgeräte bekommen ihre IP Adresse, Subnetzmaske und ihr Standardgateway vom Router per **DHCP** dynamisch zugewiesen. Die Schule plant im Unterricht verstärkt mobile Endgeräte zu benutzen und benötigt für diese Geräte eine Anbindung ans Schulnetzwerk und Internet. Da der Kunde vor hat die Anzahl der Endgeräte im Schulnetzwerk wesentlich auszubauen, wird außerdem ein neues Netzwerkkonzept benötigt, welches besser für eine größere Anzahl an Endgeräten geeignet ist.

3.3 Soll-Analyse

Der Kunde plant das Netzwerk zu modernisieren, ausfallsicherer zu gestalten und die Sicherheit des Datenverkehrs zu verbessern. Hierfür soll das Schulnetzwerk durch die Nutzung von **VLANs** in mehrere Teilnetze eingeteilt werden, welche den Datenverkehr sinnvoll voneinander trennen und dadurch für mehr Sicherheit und weniger Datenstaus sorgen. Die genutzten Switches sollen untereinander redundant verbunden sein um die Ausfallsicherheit des Netzwerkes zu verbessern. Die mobilen Endgeräte im Schulgebäude sollen über ein kabelloses Netzwerk Zugriff aufs Schulnetzwerk und Internet bekommen. Das Netzwerk soll ausreichend Kapazität haben um den mobilen Endgeräten eine schnelle und hochverfügbare Verbindung zum Schulnetz und Internet bereitzustellen. Durch die Funkausleuchtung wurde ermittelt, dass 71 Access Points für eine optimale Signalstärke im gesamten Gebäude benötigt werden. Die eingesetzten Access Points sollen gleichzeitig im 2.4GHz -und 5GHz Frequenzband senden und werden zentral von einem WLAN Controller

3 Analysephase

gesteuert. Es sollen mehrere Netze ausgestrahlt werden (z.B. Gast, Schüler, Lehrer). Die Berechtigungen der Nutzer verschiedener Netzwerke sind durch ein auf dem WLAN-Controller integriertes Firewall-Regelwerk klar definiert und getrennt. Die Kommunikation innerhalb des WLANs soll nach aktuellen Sicherheitsstandards verschlüsselt werden. Das neue Netzwerklayout soll eine Sternförmige Topologie mit einem Cluster aus 2 Layer 3 Switches in der Kernschicht (Core) haben. Die Layer 3 Switches übernehmen im Schulnetzwerk das Routing zwischen den Netzen. Es soll pro Stockwerk einen Serverschrank mit Layer 2 Switches geben, welche die Access Points im Gebäude über Power over Ethernet (POE) mit Strom versorgen. Die Layer 2 Switches sollen über einen Link Aggregation Group (LAG) per Glasfaser mit dem Layer 3 Switchcluster redundant verbunden sein. Durch den LAG werden mehrere physikalische Verbindungen zwischen zwei Switches zu einer logischen Verbindung gebündelt. Der LAG sorgt für eine höhere Ausfallsicherheit. Hierzu wurde ein Netzwerkplan angelegt.

3.4 Auswahl der Hardwarekomponenten nach Kundenanforderungen

Die benötigte Hardware wurde durch Nutzung einer Entscheidungsmatrix ausgewählt und den Kundenanforderungen angepasst. Ein Beispiel anhand der Auswahl des Modells für die Core Switches steht in Tabelle 2. Bei den Switches gab es 2 Features, die vorhanden sein mussten (Stacking-Support und POE-Support). Diese zwei Aspekte haben die Alternativen extrem eingeschränkt, sodass nur die LANCOM GS 4554-XP und die LANCOM 4530-XP Modelle in Frage kamen.

3.5 Projektkosten

Die Projektkosten für die Durchführung des Projektes setzen sich aus den Personal- und den Ressourcenkosten zusammen.

3.5.1 Personalkosten

Laut Arbeitsvertrag verdient ein Auszubildener bei der Arktis GmbH im dritten Lehrjahr pro Monat 1000 € brutto. Wenn man den errechneten Stundensatz von 8,25 € mal die Durchführungszeit von 40 Stunden nimmt, kommt man auf 330,13 € Gesamtpersonalkosten für meinen Arbeitsaufwand. Die komplette Rechnung der Personalkosten für meine Arbeit befindet sich im Anhang A.2: Personalkosten auf Seite ii. Der Mitarbeiter der mit mir die Installation vor Ort durchgeführt hat, wurde mit einem Stundensatz von 25 € die Stunde berechnet. Ich wurde insgesamt 4 Stunden von anderen Mitarbeitern der Arktis im Laufe der Projektdurchführung unterstützt. Es wurde also mit 100 € pauschal für andere Mitarbeiter gerechnet.

3.5.2 Ressourcenkosten

Die Arktis bekommt durch ihre langjährigen Partnerschaften mit diversen Händlern gewisse Preisermäßigungen beim Einkauf des Arbeitsmaterials. Durch den LANCOM Platin Partnerstatus war es möglich, die

3 Analysephase

Geräte zu einem günstigeren Preis einzukaufen. Da aber die genauen Rabatte und Konditionen, die die [Arktis](#) für das benötigte Arbeitsmaterial bekommen konnte, unter das Betriebsgeheimnis fallen, wurden für die Berechnung der Ressourcenkosten Listenpreise verwendet. Die Materialkosten wurden hier berechnet [A.6](#). Zusätzlich wurde für die Nutzung der Arbeitsräume in der [Arktis](#) eine Pauschale von 15 € berechnet.

3.5.3 Gesamtkosten

Es wurden die einzelnen Kosten zusammengerechnet und in einer Gesamtkostenaufstellung tabellarisch dargestellt (siehe [A.3](#)).

3.6 Amortisationsdauer

Eine genaue Amortisationsdauer ist für dieses Projekt schwer zu ermitteln, weil ich nur vermuten kann, wie die Prozesse des Kunden durch dieses Projekt verbessert werden könnten. Durch die Digitalisierung des Unterrichtsalltages können einige Materialkosten in Form von Papier und Toner eingespart werden. Darüber hinaus können durch ein Netzwerk mit besserer Ausfallsicherheit Fälle vermieden werden, wo die Produktivität unter Netzwerkausfällen leidet. Ein besser abgesichertes Netzwerk schützt außerdem vor wirtschaftlichen Schäden die bei Hackerangriffen entstehen können.

3.7 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die genaue Gewinnspanne dieses Auftrags ist ohne die Einkaufspreise und den Verkaufspreis nennen zu können nicht zu ermitteln. Generell kann man aber sagen, dass durch den sehr starken Wettbewerb bei öffentlichen Ausschreibungen der Angebotspreis und somit der Gewinn verringert werden kann um ein attraktiveres Angebot als die Konkurrenz machen zu können. Somit werden einzelne Projekte zwar unwirtschaftlicher, aber durch rentable Folgedienstleistungen wie beispielsweise einem Service Vertrag kann sich das Gesamtprojekt am Ende für die Firma lohnen. Die [Arktis](#) strebt den Verkauf solcher Folgedienstleistungen in der Regel auch an.

3.8 Schutzbedarf

Die Analyse des Schutzbedarfes des kabellosen Netzwerkes habe ich nach Empfehlungen des Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik ([BSI](#)) (siehe) durchgeführt. Das Schutzziel der Vertraulichkeit habe ich mit dem Schutzbedarf hoch eingestuft, weil im Schulnetzwerk auch vertrauliche Informationen transportiert werden, welche vor Zugriff unbefugter Personen zu schützen sind. Die Integrität hat einen mittleren Schutzbedarf, da es zwar generell zu verhindern ist, dass Unbefugte in der Lage sind Daten zu manipulieren, aber fehlerhafte bzw. manipulierte Dateien eine geringe Auswirkung haben und leicht zu erkennen sind.

3.9 Schutzmaßnahmen

Im Sinne der Vertraulichkeit des Netzwerkes, wurde ein Firewallregelwerk angelegt, welches pro Netzwerk klar definiert, auf welche anderen Netzwerke man zugreifen kann. Darüber hinaus wurde sich bei der Authentifizierungs- und Verschlüsselungsmethode für WPA2 mit Pre-Shared Key (PSK) als Anmeldemethode entschieden. Die Passwortwahl wurde dem Kunden überlassen, es wurde aber eine hohe Passwortkomplexität empfohlen, damit das Passwort von potentiellen Angreifern nicht zu leicht zu erraten ist. WPA3 wurde bei der Auswahl auch beachtet, da es einige Sicherheitslücken von WPA2 schließt. Da die Schule aber einige Endgeräte besitzt die veraltet sind und WPA3 teilweise nicht unterstützen würden, wurde es sich dagegen entschieden. Um die Verfügbarkeit zu schützen wurden die Switches untereinander redundant mit einem LAG verbunden, wodurch die Ausfallsicherheit werden konnte.

4 Implementierungsphase

4.1 Bestellung

Bei der Bestellung der nötigen Arbeitsmaterialien wurde ich vom kaufmännischem Projektleiter unterstützt. Die Arktis konnte dank dem LANCOM Partner Status Die Switches, Access Points und den WLAN-Controller von LANCOM direkt zu besseren Konditionen bestellen. Das restliche Material hat die Arktis Standardlieferanten bestellt. Durch die langjährige Partnerschaft mit dem Händler konnte die Arktis auch hier zu besseren Konditionen einkaufen als es normalerweise möglich wäre.

4.2 Inventarisierung und Lizenzaktivierung der Netzwerkgeräte

Nachdem die bestellten Netzwerkgeräte bei der Arktis im Lager angekommen sind, habe wurden mithilfe der anderen Auszubildenden der Abteilung IT-Infrastruktur alle Geräte inventarisiert und auf der LANCOM Webseite die Garantieverlängerung aktiviert.

4.3 Einrichten des Testaufbaus

Nach der Inventarisierung wurden die Access Points verschickt und die anderen Netzwerkkomponenten zum Testaufbau im Testlabor der Abteilung IT Infrastruktur aufgebaut. Die Switches wurden wie im Soll-Netzwerkplan über die dedizierten Stacking-Ports mit Direct Attach Copper (DAC) Kabeln zu einem logischen Switch verbunden. Die Switches und der WLAN Controller wurden mit Strom versorgt und über das Testnetz in der Laborumgebung erreichbar gemacht damit die Komponenten vorkonfiguriert werden können.

4.4 Konfiguration der Layer 2 Switches

Die Switches wurden über das Tool Lanconfig per WebUI konfiguriert. Lanconfig prüft über einen Broadcast, welche Lancom Geräte sich im gleichen Netzwerk befinden wie der PC der das Programm ausführt und zeigt die Geräte dann mit IP Adresse an. Für die Anbindung an die Core Switches wurde pro Stack zuerst der **LAG** angelegt. Auf den Ports zum Core wurde VLAN Tagging nach IEEE 802.1q eingeschaltet. Der

4.5 Konfiguration der Core Switches

Die Core

5 Deploymentphase

5.1 Zielplattform

- Beschreibung der Kriterien zur Auswahl der Zielplattform (u. a. Programmiersprache, Datenbank, Client/Server, Hardware).

5.2 Architekturdesign

- Beschreibung und Begründung der gewählten Anwendungsarchitektur (z. B. **MVC! (MVC!)**).
- Ggfs. Bewertung und Auswahl von verwendeten Frameworks sowie ggfs. eine kurze Einführung in die Funktionsweise des verwendeten Frameworks.

Beispiel Anhand der Entscheidungsmatrix in Tabelle 2 wurde für die Implementierung der Anwendung das **PHP! (PHP!)**-Framework Symfony¹ ausgewählt.

Eigenschaft	Gewichtung	Akelos	CakePHP	Symfony	Eigenentwicklung
Dokumentation	5	4	3	5	0
Reenginierung	3	4	2	5	3
Generierung	3	5	5	5	2
Testfälle	2	3	2	3	3
Standardaufgaben	4	3	3	3	0
Gesamt:	17	65	52	73	21
Nutzwert:		3,82	3,06	4,29	1,24

Tabelle 2: Entscheidungsmatrix

¹Vgl. ja

5.3 Entwurf der Benutzeroberfläche

- Entscheidung für die gewählte Benutzeroberfläche (z. B. GUI, Webinterface).
- Beschreibung des visuellen Entwurfs der konkreten Oberfläche (z. B. Mockups, Menüführung).
- Ggfs. Erläuterung von angewendeten Richtlinien zur Usability und Verweis auf Corporate Design.

Beispiel Beispielentwürfe finden sich im Anhang [A.8: Oberflächenentwürfe](#) auf Seite [vi](#).

5.4 Datenmodell

- Entwurf/Beschreibung der Datenstrukturen (z. B. **ERM!** und/oder Tabellenmodell, [XML](#)-Schemas) mit kurzer Beschreibung der wichtigsten (!) verwendeten Entitäten.

Beispiel In [Abbildung 1](#) wird ein **ERM!** (**ERM!**) dargestellt, welches lediglich Entitäten, Relationen und die dazugehörigen Kardinalitäten enthält.

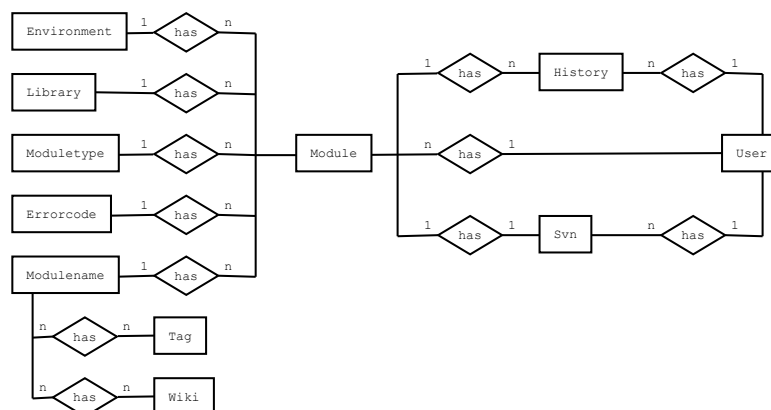


Abbildung 1: Vereinfachtes ER-Modell

5.5 Geschäftslogik

- Modellierung und Beschreibung der wichtigsten (!) Bereiche der Geschäftslogik (z. B. mit Komponenten-, Klassen-, Sequenz-, Datenflussdiagramm, Programmablaufplan, Struktogramm, **EPK!** (**EPK!**)).
- Wie wird die erstellte Anwendung in den Arbeitsfluss des Unternehmens integriert?

Beispiel Ein Klassendiagramm, welches die Klassen der Anwendung und deren Beziehungen untereinander darstellt kann im Anhang [A.13: Klassendiagramm](#) auf Seite [xvii](#) eingesehen werden.

[Abbildung 2](#) zeigt den grundsätzlichen Programmablauf beim Einlesen eines Moduls als **EPK!**.

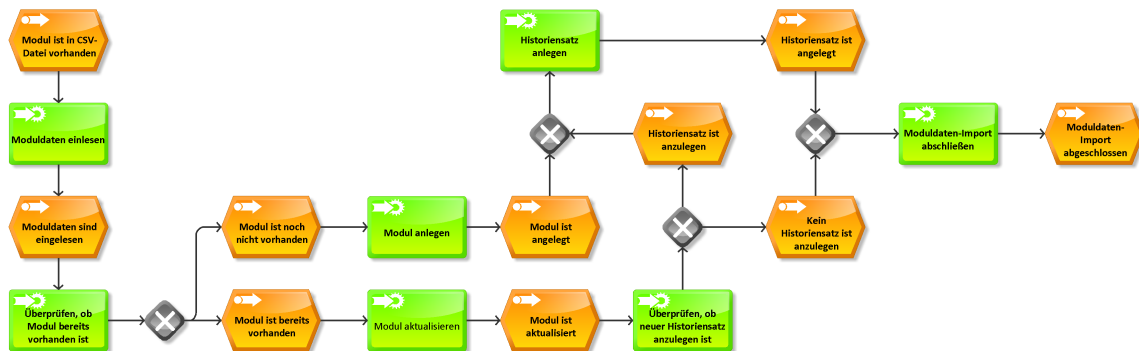


Abbildung 2: Prozess des Einlesens eines Moduls

5.6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

- Welche Maßnahmen werden ergriffen, um die Qualität des Projektergebnisses (siehe Kapitel ??: ??) zu sichern (z. B. automatische Tests, Anwendertests)?
- Ggfs. Definition von Testfällen und deren Durchführung (durch Programme/Benutzer).

5.7 Pflichtenheft/Datenverarbeitungskonzept

- Auszüge aus dem Pflichtenheft/Datenverarbeitungskonzept, wenn es im Rahmen des Projekts erstellt wurde.

6 Dokumentation

- Wie wurde die Anwendung für die Benutzer/Administratoren/Entwickler dokumentiert (z. B. Benutzerhandbuch, **API!** (**API!**)-Dokumentation)?
- Hinweis: Je nach Zielgruppe gelten bestimmte Anforderungen für die Dokumentation (z. B. keine IT-Fachbegriffe in einer Anwenderdokumentation verwenden, aber auf jeden Fall in einer Dokumentation für den IT-Bereich).

Beispiel Ein Ausschnitt aus der erstellten Benutzerdokumentation befindet sich im Anhang [A.14: Benutzerdokumentation](#) auf Seite [xviii](#). Die Entwicklerdokumentation wurde mittels PHPDoc² automatisch generiert. Ein beispielhafter Auszug aus der Dokumentation einer Klasse findet sich im Anhang [A.10: Entwicklerdokumentation](#) auf Seite [x](#).

7 Fazit

7.1 Soll-/Ist-Vergleich

- Projektziel erreicht?
- Ist der Auftraggeber mit dem Projektergebnis zufrieden und wenn nein, warum nicht?
- Wurde die Projektplanung (Zeit, Kosten, Personal, Sachmittel) eingehalten oder haben sich Abweichungen ergeben und wenn ja, warum?
- Hinweis: Die Projektplanung muss nicht strikt eingehalten werden. Vielmehr sind Abweichungen sogar als normal anzusehen. Sie müssen nur vernünftig begründet werden (z. B. durch Änderungen an den Anforderungen, unter-/überschätzter Aufwand).

Beispiel (verkürzt) Wie in Tabelle 3 zu erkennen ist, konnte die Zeitplanung bis auf wenige Ausnahmen eingehalten werden.

Phase	Geplant	Tatsächlich	Differenz
Entwurfsphase	19 h	19 h	
Analysephase	9 h	10 h	+1 h
Implementierungsphase	29 h	28 h	-1 h
Abnahmetest der Fachabteilung	1 h	1 h	
Einführungsphase	1 h	1 h	
Erstellen der Dokumentation	9 h	11 h	+2 h
Pufferzeit	2 h	0 h	-2 h
Gesamt	70 h	70 h	

Tabelle 3: Soll-/Ist-Vergleich

²Vgl. PHPDOC.ORG [2010]

7.2 Reflexion

Dies war das erste Projekt, welches ich eigenständig geplant und durchgeführt habe. Ich konnte vieles über das Projektmanagement und die damit zusammenhängenden Prozesse lernen. Meine Kommunikationsfähigkeiten konnte ich durch den Austausch mit dem Kunden und anderen Mitarbeitern verbessern. Es gab sehr viele kleine Änderungen in den Anforderungen an die Konfiguration und Termine mussten mehrfach verschoben werden. Das hat es für mich extrem schwer gemacht, die Übersicht zu behalten aber ich konnte dadurch auch wertvolle Erfahrung sammeln.

7.3 Optimierungsmöglichkeiten

Es fiel mir schwer mich an vorgegebene Zeitrahmen zu halten, weil mein Zeitmanagement ausbaufähig war. Generell fehlte mir die Erfahrung um einzuschätzen, wie lange bestimmte Aktivitäten dauern und dadurch habe ich den Zeitumfang mancher Aufgaben etwas unterschätzt.

7.4 Ausblick

Der Kunde plant in naher Zukunft weitere Erweiterungen des Schulnetzwerkes. Auf den VM Servern sollen mehr Dienste bereitgestellt werden. Die IT-Abteilung arbeitet zur Zeit beispielsweise an der Einrichtung eines Moodle Servers. Das Captive Portal des GAST-WLAN soll visuell überarbeitet werden. Im Rahmen des Hauptprojektes soll der Standort in Zukunft zusätzlich noch an die LANCOM Cloud angebunden werden.

A Anhang

A.1 Detaillierte Zeitplanung

Planungsphase	14 h
1. Analyse des Ist-Zustands	2 h
1.1. Fachgespräch mit der IT-Abteilung vom Kunden	1 h
1.2. Analyse und Zusammenfassung der Mitschriften	1 h
2. Ausarbeitung eines Soll-Konzepts	2 h
3. Auswahl der Hardware entsprechend den Anforderungen des Kunden	4 h
4. Erstellen der Netzwerkpläne	2 h
5. Prüfung der Wirtschaftlichkeit	2 h
6. Ausarbeitung eines Sicherheitskonzepts	2 h
Implementierungsphase	9 h
1. Einrichtung eines Testaufbaus und Installieren von Firmwareupdates	1 h
2. Konfiguration der Switches	2 h
3. Konfiguration des WLAN Controllers	4 h
4. Aktivierung der Garantieerweiterungen und Lizenzen	1 h
5. Konfiguration der Access Points	1 h
Deploymentphase	9 h
1. Montage der Netzwerkkomponenten	3 h
2. Qualitätssicherung	3 h
3. Funktionstests mit Kunden durchführen	3 h
Projektabschluss	8 h
1. Soll-Ist-Vergleich	1 h
2. Erstellen der Projektdokumentation	6 h
3. Reflexion und Ausblick	1 h
Gesamt	40 h

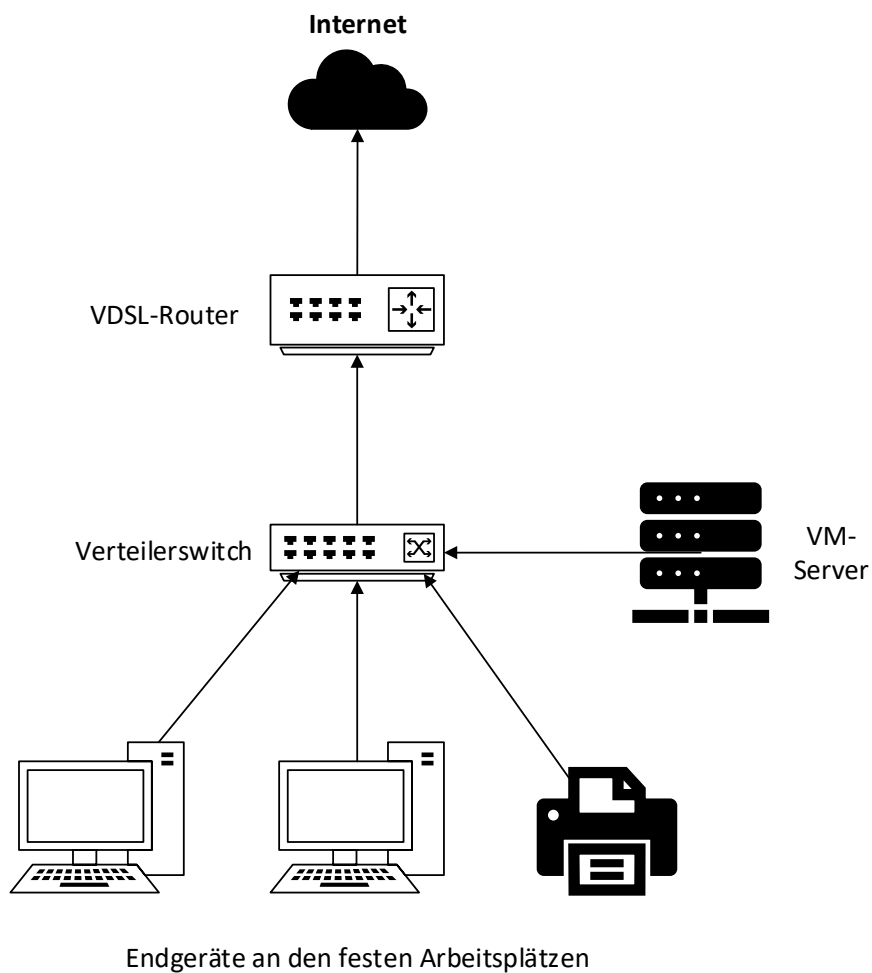
A.2 Personalkosten

Personalkosten für Marcel Akremi	
Brutto pro Monat	1000 €
Arbeitgeberanteile	
Krankenversicherung (7,3%)	73,00
Rentenversicherung (9,3%)	93,00€
Arbeitslosenversicherung (1,3%)	13,00€
Unfallversicherung (1,6%)	16,00€
Pflegeversicherung (1,525%)	15,25€
Gesamtpersonalkosten pro Monat	1210,25€
Arbeitszeit	
Stunden pro Tag	8 h
Tage pro Jahr	220
Tage pro Monat	18,33
Gesamtarbeitszeit pro Monat	146,64 h
Stundensatz	
Gesamtpersonalkosten pro Monat	1210,25€
Gesamtarbeitszeit pro Monat	146, h
Stundensatz	8,25 €
Personalkosten des Projektes	
Stundensatz	8,25 €
Arbeitszeit	40 h
Gesamtpersonalkosten	330,13 €
Personalkosten für Marcel Akremi	330,13 €

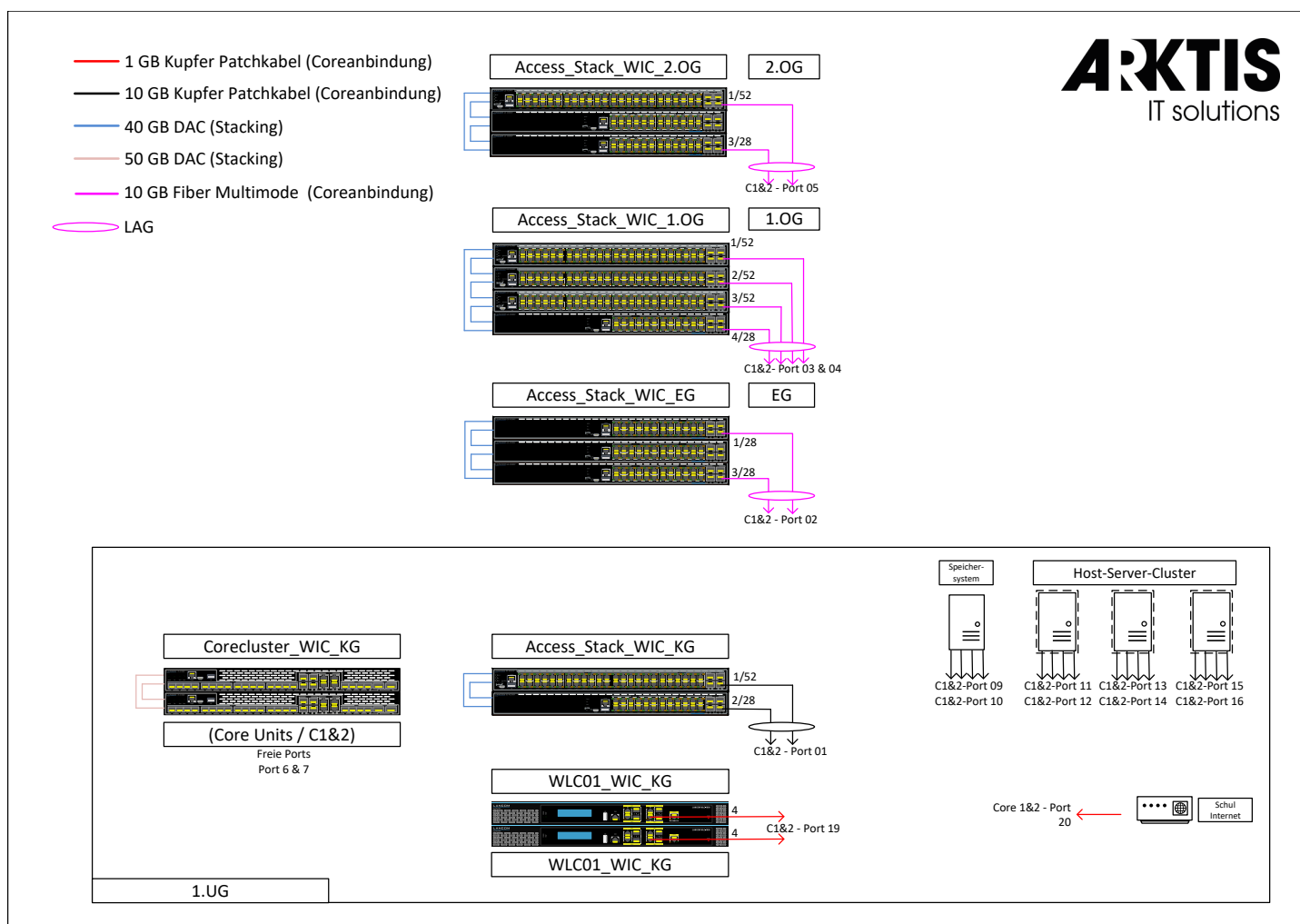
A.3 Gesamtkostenaufstellung

Vorgang	Zeit	Kosten
Ressourcenkosten	40 h	145922,20 €
Personalkosten	40 h	330,13 €
Mitarbeiterpauschale	4 h	100 €
Nutzung der Räumlichkeiten	40 h	600 €
Gesamtkosten	40 h	146952,33 €

A.4 NetzwerkplanIST



A.5 NetzwerkplanSOLL



A.6 Materialdisposition

Artikel	Stückzahl	Preis	Summe
LANCOM GS 4554-XP	5	4.600,00 €	23.000,00 €
LANCOM LX 6400	71	625,80 €	44.431,80 €
LANCOM GS4530XP	7	4.000,00 €	28.000,00 €
LANCOM 40G QSFP+ DAC Kabel	12	200,00 €	2.400,00 €
LANCOM WLC 1000	2	3.682,90 €	7.365,80 €
LANCOM XS-6128QF	2	11.972,46 €	23.944,92 €
CAT6 Patchkabel 0.5m	142	1,26 €	178,92 €
CAT 6 Patchkabel 2m	20	2,24 €	44,80 €
LANCOM SX-LC10 SFP+ Modul	16	202,49 €	3.239,84 €
LWL Duplex LC/LC Kabel 2m	16	12,75 €	204,00 €
Lancare Advanced S Option	71	68,28 €	4.847,88 €
Lancare Advanced L Option	12	321,72 €	3.860,64 €
Lancare Advanced XL Option	4	1.100,90 €	4.403,60 €
Gesamt			145.922,20 €


A.7 Registrierung

LANCOM
SYSTEMS

DE | EN

[Downloads](#)
[Bezug & Partner](#)
[Service & Support](#)
[Jobs](#)
[Newsroom](#)
[Publikationen](#)
[myLANCOM](#)

LANCOM > Service & Support > Registrierungen > Geräte-Optionen



Registrierungen

Geräte-Optionen

Geben Sie die Seriennummer des Gerätes und Lizenznummer der erworbenen Option ein und schon stehen Ihnen die erweiterten Funktionen zu Verfügung.

Wenn Sie eine **LANCOM VPN 25-Option für ein Gerät der LANCOM R88x-Serie registrieren wollen**, stellen Sie sicher, dass Sie **zuvor die "Telekom BR Enterprise-Option" bei der Deutschen Telekom erworben, bei uns registriert und auf dem Gerät aktiviert haben**. Weitere Informationen erhalten Sie [in diesem Artikel](#).

Hier aktivieren Sie Ihre LANCOM-Option. Nach dem Absenden der Registrierung erhalten Sie den Aktivierungsschlüssel für das Gerät, dessen Seriennummer Sie zur Registrierung angegeben haben.

Bitte beachten Sie, dass nach der Registrierung die entsprechende LANCOM-Option fest mit dem angegebenen Gerät verbunden bleibt und eine Aktivierung derselben Option für ein anderes Gerät nicht mehr möglich ist. Achten Sie deshalb bitte auf eine korrekte Eingabe der Seriennummer.

Seriennummer des Gerätes

Wo finde ich die Seriennummer meines Gerätes?

Lizenznummer der Geräte-Option

Kontrollieren Sie bitte die Eingaben bevor Sie Weiter klicken.

Weiter >

A.8 Oberflächenentwürfe

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying `http://natinfo.intranet/module/`. The page contains a filter section and a table of modules.

Filter:
Source- and Catalog-Information from Environment:
Library:

Source:
Date:
Username:
☒ ☒ ☒ ☒

Catalog:
Date:
Username:
☒ ☒ ☒

Module	Library	Sourcen	Catalog	Source-User	Source-Date	Catalog-User	Catalog-Date
DGTEST	UTILITY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Grashorn	01.04.2010	Grashorn	02.04.2010
EINTEST	SYSTEM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Mustermann	01.04.2010	Grashorn	02.04.2010
NOCHEINS	UTILITY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Grashorn	05.04.2010	Grashorn	05.04.2010
MANUEL	SYSTEM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Grashorn	01.03.2010	Grashorn	01.03.2010
RESET	CON	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Mustermann	02.03.2010	Mustermann	02.03.2010
TESTER	SYSTEM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Grashorn	01.02.2010	Grashorn	01.02.2010
...

Abbildung 3: Liste der Module mit Filtermöglichkeiten

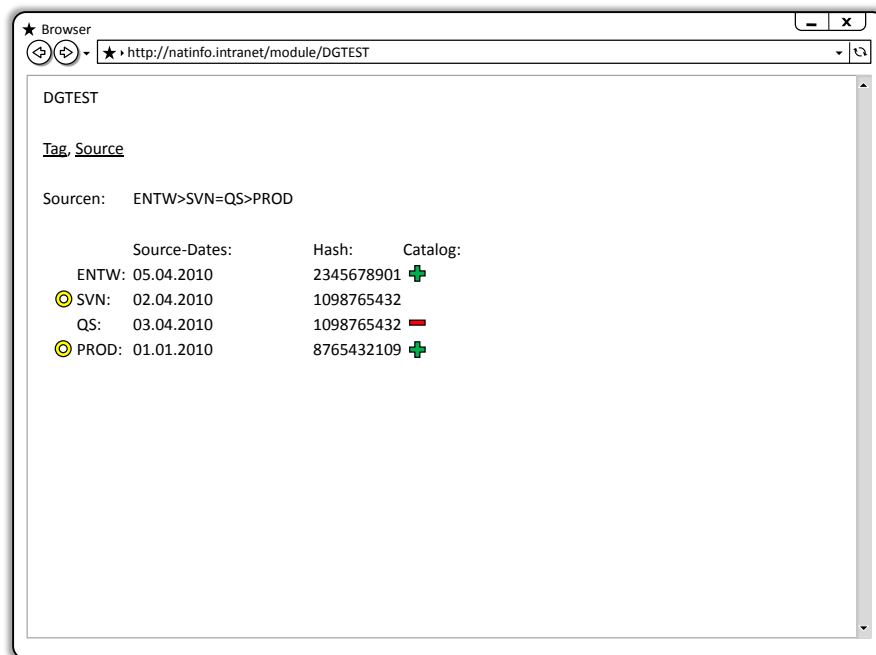


Abbildung 4: Anzeige der Übersichtsseite einzelner Module

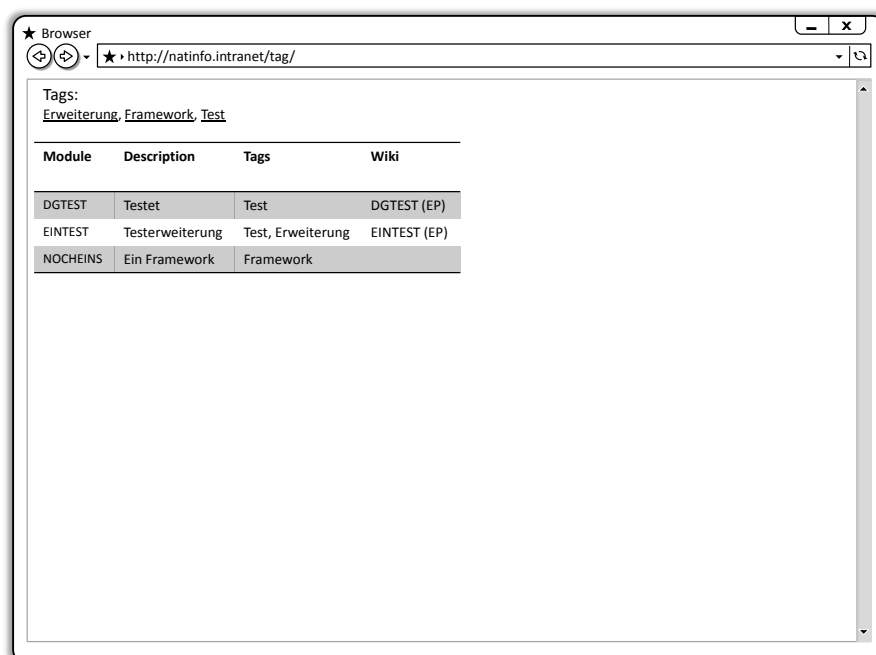


Abbildung 5: Anzeige und Filterung der Module nach Tags

A.9 Screenshots der Anwendung



Tags

Project, Test

Modulename	Description	Tags	Wiki
DGTEST	Macht einen ganz tollen Tab.	HGP	SMTAB_(EP), b
MALWAS		HGP, Test	
HDRGE		HGP, Project	
WURAM		HGP, Test	
PAMIU		HGP	

Abbildung 6: Anzeige und Filterung der Module nach Tags



Modules

Environment	ENTW
Library	Select
Catalog user	Select
Catalog date	Select
Source user	Select
Source date	Select
Reset Filter	

Name	Library	Source	Catalog	Source-User	Source-Date	Catalog-User	Catalog-Date
SMTAB	UTILITY			MACKE	01.04.2010 13:00	MACKE	01.04.2010 13:00
DGTAB	CON			GRASHORN	01.04.2010 13:00	GRASHORN	01.04.2010 13:00
DGTEST	SUP			GRASHORN	05.04.2010 13:00	GRASHORN	05.04.2010 13:00
OHNETAG	CON			GRASHORN	05.04.2010 13:00	GRASHORN	01.04.2010 15:12
OHNEWIKI	CON			GRASHORN	05.04.2010 13:00	MACKE	01.04.2010 15:12

Abbildung 7: Liste der Module mit Filtermöglichkeiten

A.10 Entwicklerdokumentation

lib-model

[class tree: lib-model] [index: lib-model] [all elements]

Packages:
lib-model

Files:
Naturalmodulename.php

Classes:
Naturalmodulename

Class: Naturalmodulename

Source Location: /Naturalmodulename.php

Class Overview

BaseNaturalmodulename
|
--Naturalmodulename

Subclass for representing a row from the 'NaturalModulename' table.

Methods

- [__construct](#)
- [getNaturalTags](#)
- [getNaturalWikis](#)
- [loadNaturalModuleInformation](#)
- [__toString](#)

Class Details

[line 10]
Subclass for representing a row from the 'NaturalModulename' table.

Adds some business logic to the base.

[[Top](#)]

Class Methods

constructor __construct [line 56]

Naturalmodulename __construct()

Initializes internal state of Naturalmodulename object.

Tags:

see: parent::__construct()
access: public

[[Top](#)]

method getNaturalTags [line 68]

array getNaturalTags()

Returns an Array of NaturalTags connected with this Modulename.

Tags:

return: Array of NaturalTags
access: public

[\[Top \]](#)

method getNaturalWikis [line 83]

```
array getNaturalWikis( )
```

Returns an Array of NaturalWikis connected with this Modulename.

Tags:

return: Array of NaturalWikis
access: public

[\[Top \]](#)

method loadNaturalModuleInformation [line 17]

```
ComparedNaturalModuleInformation  
loadNaturalModuleInformation( )
```

Gets the ComparedNaturalModuleInformation for this NaturalModulename.

Tags:

access: public

[\[Top \]](#)

method __toString [line 47]

```
string __toString( )
```

Returns the name of this NaturalModulename.

Tags:

access: public

[\[Top \]](#)

Documentation generated on Thu, 22 Apr 2010 08:14:01 +0200 by [phpDocumentor 1.4.2](#)

A.11 Testfall und sein Aufruf auf der Konsole

Listing 1: Testfall in PHP

```
1 <?php
2 include(dirname(__FILE__).'/../bootstrap/Propel.php');
3
4 $t = new lime_test(13);
5
6 $t->comment('Empty Information');
7 $emptyComparedInformation = new ComparedNaturalModuleInformation(array());
8 $t->is($emptyComparedInformation->getCatalogSign(), ComparedNaturalModuleInformation::
    EMPTY_SIGN, 'Has no catalog sign');
9 $t->is($emptyComparedInformation->getSourceSign(), ComparedNaturalModuleInformation::
    SIGN_CREATE, 'Source has to be created');
10
11 $t->comment('Perfect Module');
12 $criteria = new Criteria();
13 $criteria->add(NaturalmodulenamePeer::NAME, 'SMTAB');
14 $moduleName = NaturalmodulenamePeer::doSelectOne($criteria);
15 $t->is($moduleName->getName(), 'SMTAB', 'Right module name selected');
16 $comparedInformation = $moduleName->loadNaturalModuleInformation();
17 $t->is($comparedInformation->getSourceSign(), ComparedNaturalModuleInformation::SIGN_OK,
    'Source sign shines global');
18 $t->is($comparedInformation->getCatalogSign(), ComparedNaturalModuleInformation::
    SIGN_OK, 'Catalog sign shines global');
19 $infos = $comparedInformation->getNaturalModuleInformations();
20 foreach($infos as $info)
21 {
22     $env = $info->getEnvironmentName();
23     $t->is($info->getSourceSign(), ComparedNaturalModuleInformation::SIGN_OK, 'Source sign
        shines at ' . $env);
24     if($env != 'SVNENTW')
25     {
26         $t->is($info->getCatalogSign(), ComparedNaturalModuleInformation::SIGN_OK, 'Catalog
            sign shines at ' . $info->getEnvironmentName());
27     }
28     else
29     {
30         $t->is($info->getCatalogSign(), ComparedNaturalModuleInformation::EMPTY_SIGN, '
            Catalog sign is empty at ' . $info->getEnvironmentName());
31     }
32 }
33 ?>
```

Abbildung 8: Aufruf des Testfalls auf der Konsole

A.12 Klasse: ComparedNaturalModuleInformation

Kommentare und simple Getter/Setter werden nicht angezeigt.

Listing 2: Klasse: ComparedNaturalModuleInformation

```
1 <?php
2 class ComparedNaturalModuleInformation
3 {
4     const EMPTY_SIGN = 0;
5     const SIGN_OK = 1;
6     const SIGN_NEXT_STEP = 2;
7     const SIGN_CREATE = 3;
8     const SIGN_CREATE_AND_NEXT_STEP = 4;
9     const SIGN_ERROR = 5;
10
11     private $naturalModuleInformations = array();
12
13     public static function environments()
14     {
15         return array("ENTW", "SVNENTW", "QS", "PROD");
16     }
17
18     public static function signOrder()
19     {
20         return array(self::SIGN_ERROR, self::SIGN_NEXT_STEP, self::SIGN_CREATE_AND_NEXT_STEP,
21                     self::SIGN_CREATE, self::SIGN_OK);
22     }
23
24     public function __construct(array $naturalInformations)
```

A Anhang

```
25     $this->allocateModulesToEnvironments($naturalInformations);
26     $this->allocateEmptyModulesToMissingEnvironments();
27     $this->determineSourceSignsForAllEnvironments();
28 }
29
30 private function allocateModulesToEnvironments(array $naturalInformations)
31 {
32     foreach ($naturalInformations as $naturalInformation)
33     {
34         $env = $naturalInformation->getEnvironmentName();
35         if(in_array($env, self::environments()))
36         {
37             $this->naturalModuleInformations[array_search($env, self::environments())] =
38                 $naturalInformation;
39         }
40     }
41 }
42
43 private function allocateEmptyModulesToMissingEnvironments()
44 {
45     if(array_key_exists(0, $this->naturalModuleInformations))
46     {
47         $this->naturalModuleInformations[0]->setSourceSign(self::SIGN_OK);
48     }
49
50     for($i = 0; $i < count(self::environments()); $i++)
51     {
52         if(!array_key_exists($i, $this->naturalModuleInformations))
53         {
54             $environments = self::environments();
55             $this->naturalModuleInformations[$i] = new EmptyNaturalModuleInformation(
56                 $environments[$i]);
57             $this->naturalModuleInformations[$i]->setSourceSign(self::SIGN_CREATE);
58         }
59     }
60 }
61
62 public function determineSourceSignsForAllEnvironments()
63 {
64     for($i = 1; $i < count(self::environments()); $i++)
65     {
66         $currentInformation = $this->naturalModuleInformations[$i];
67         $previousInformation = $this->naturalModuleInformations[$i - 1];
68         if($currentInformation->getSourceSign() <> self::SIGN_CREATE)
69         {
70             if($previousInformation->getSourceSign() <> self::SIGN_CREATE)
71             {
72                 if($currentInformation->getHash() <> $previousInformation->getHash())
73                 {
74                     if($currentInformation->getSourceDate('YmdHis') > $previousInformation->
75                         getSourceDate('YmdHis'))
```


A Anhang

```
73     {
74         $currentInformation->setSourceSign(self::SIGN_ERROR);
75     }
76     else
77     {
78         $currentInformation->setSourceSign(self::SIGN_NEXT_STEP);
79     }
80 }
81 else
82 {
83     $currentInformation->setSourceSign(self::SIGN_OK);
84 }
85 }
86 else
87 {
88     $currentInformation->setSourceSign(self::SIGN_ERROR);
89 }
90 }
91 elseif($previousInformation->getSourceSign() <> self::SIGN_CREATE &&
92         $previousInformation->getSourceSign() <> self::SIGN_CREATE_AND_NEXT_STEP)
93 {
94     $currentInformation->setSourceSign(self::SIGN_CREATE_AND_NEXT_STEP);
95 }
96 }
97
98 private function containsSourceSign($sign)
99 {
100     foreach($this->naturalModuleInformations as $information)
101     {
102         if($information->getSourceSign() == $sign)
103         {
104             return true;
105         }
106     }
107     return false;
108 }
109
110 private function containsCatalogSign($sign)
111 {
112     foreach($this->naturalModuleInformations as $information)
113     {
114         if($information->getCatalogSign() == $sign)
115         {
116             return true;
117         }
118     }
119     return false;
120 }
121 }
122 ?>
```


A.13 Klassendiagramm

Klassendiagramme und weitere UML-Diagramme kann man auch direkt mit \LaTeX zeichnen, siehe z. B. <http://metauml.sourceforge.net/old/class-diagram.html>.

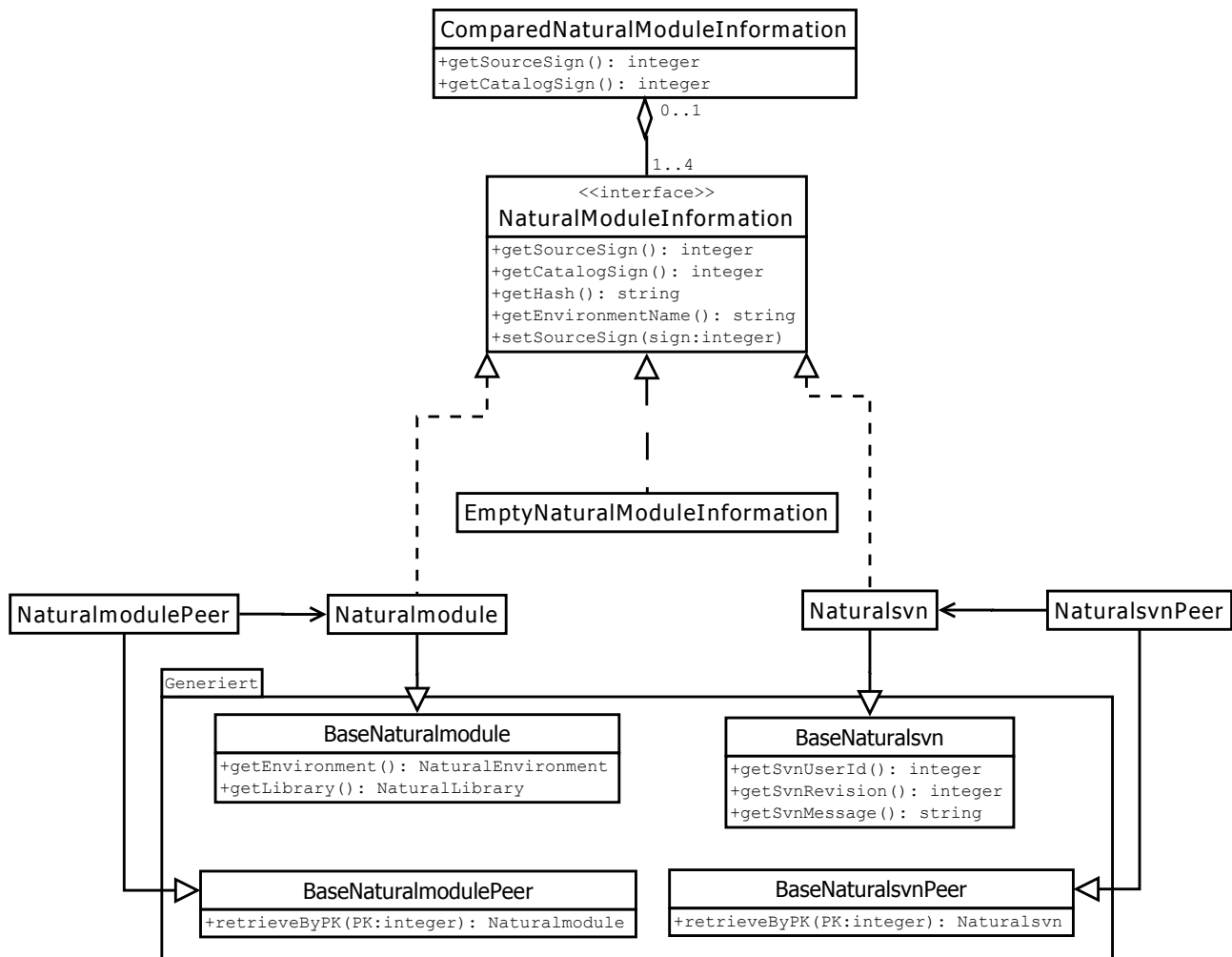







Abbildung 9: Klassendiagramm

A.14 Benutzerdokumentation

Ausschnitt aus der Benutzerdokumentation:

Symbol	Bedeutung global	Bedeutung einzeln
	Alle Module weisen den gleichen Stand auf.	Das Modul ist auf dem gleichen Stand wie das Modul auf der vorherigen Umgebung.
	Es existieren keine Module (fachlich nicht möglich).	Weder auf der aktuellen noch auf der vorherigen Umgebung sind Module angelegt. Es kann also auch nichts übertragen werden.
	Ein Modul muss durch das Übertragen von der vorherigen Umgebung erstellt werden.	Das Modul der vorherigen Umgebung kann übertragen werden, auf dieser Umgebung ist noch kein Modul vorhanden.
	Auf einer vorherigen Umgebung gibt es ein Modul, welches übertragen werden kann, um das nächste zu aktualisieren.	Das Modul der vorherigen Umgebung kann übertragen werden um dieses zu aktualisieren.
	Ein Modul auf einer Umgebung wurde entgegen des Entwicklungsprozesses gespeichert.	Das aktuelle Modul ist neuer als das Modul auf der vorherigen Umgebung oder die vorherige Umgebung wurde übersprungen.