

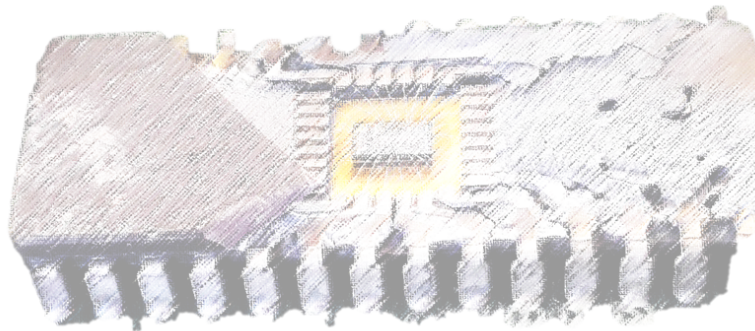
Höhere technische Schule für Informationstechnologie
Shkolla e mesme profesionale private për teknologji informacioni

Österreichische Schule Peter Mahringer
Shkolla Austriake Shkodër

Infotainment System

Diplomarbeit Nr. 20.08

Klasse 5ay, Schuljahr 2019/20



Ausgeführt von: Irena Bala
Aldo Sheldija

Projektbetreuer 1: Ing. Welat Abdall, MSc
Projektbetreuer 2: DIPL.-ING (FH) Dominik Stocklasser MSc
Projektbetreuer 3: Frenk Kasmi, MSc

Shkoder, 18. Oktober 2019

Eidesstattliche Erklärung

Wir versichern, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt haben. Wir haben uns keiner anderen als der im beigefügten Quellenverzeichnis angegebenen Hilfsmittel bedient. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Irena Bala

Ort, Datum

Unterschrift

Aldo Sheldija

Ort, Datum

Unterschrift

Approbation Datum u. Unterschrift	PrüferIn	IT-Koordinator/Direktion
--------------------------------------	----------	--------------------------

Sämtliche in dieser Diplomarbeit verwendeten personenbezogenen Bezeichnungen sind geschlechtsneutral zu verstehen.

Kurzfassung

In der vorliegenden Diplomarbeit geht es um die Entwicklung eines Systems, wo die wichtigsten Ankündigungen des Tages auf einem Bildschirm dargestellt werden. Auf diese Weise wird eine Innovation im Erhalt der Informationen für die Schule erreicht.

Deswegen war es notwendig, ein System zu erstellen, wo alle diese Informationen in einer digitalisierten Form angezeigt werden. Dieses System heißt Infotainment-System. Der erstellte Prototyp besteht aus einem Raspberry PI Client und einem Raspberry PI Server. Im Raspberry PI Client befindet sich eine Website, die mit dem Server kommuniziert. Der Administrator kann sich bei der Webseite einloggen und um dort die verschiedenen Funktionalitäten zu verwalten. Er erhält die Möglichkeit, die Informationen auszuwählen, die er auf dem Bildschirm anzeigen lassen will, sowie auch das entsprechende Layout.

Die Informationen werden direkt aus einer von uns erstellten Datenbank ausgewählt, die schulrelevante Informationen wie Unterrichtsplan, Lehrerplan usw. enthält. Am Bildschirm können auch noch Kalenderinformationen (Termine, Olympiade), Wetterdaten und letzter Post von der Webseite der Schule dargestellt werden. Die Wetterdaten und den letzten Post bekommen wir mithilfe von APIs. Unser System kann mehrere Bildschirme mit unterschiedlichen Inhalten haben. Alle Bildschirme können auf relativ einfache und effiziente Weise von der Webseite aus verwaltet werden.

Das Infotainment-System ist auch zu Unterhaltungszwecken zu verwenden. Über Chatbot haben die Schüler die Möglichkeit, verschiedene Fotos zu posten, die auf dem Bildschirm angezeigt werden. Dies können Bilder des Alltags sein, die den Schultag auf die eine oder andere Weise interessanter machen.

Abstract

This diploma thesis deals with the development of a system where the most important announcements of the day are displayed on a screen. In this way, an innovation in obtaining information for the school is achieved. The previous method of writing information on paper was very tiresome and time consuming. Every day, new papers were printed, which were then hung on the information board.

That was not an appealing task to the students. Therefore, it was necessary to create a system where all this information is displayed in a digitized form. This system is called infotainment system and consists of a Raspberry PI Client and a Raspberry PI Server. The Raspberry PI Client has a Website that communicates with the server. The administrator can log in to the website where they have the opportunity to select the information they want to display on the screen, as well as the corresponding layout. The information is selected directly from a database created by our team that contains school-related information such as lesson plan, teacher plan, and so on.

Calendar information (dates, Olympics), weather data and the latest posts from the school's website can also be displayed on the screen. We weather data and the latest posts can be received using APIs.

Our system can have multiple screens with different content. All screens can be managed in a relatively simple and efficient way from the website. The infotainment system can also be used for entertainment purposes. Chatbot allows students to post various photos which are going to be displayed on screen. The photographs will depict the daily school life of a Peter Mahringer student.

Përmbledhje

Ideja e këtij projekti është realizimi i një sistemi, që ka si funksion paraqitjen e njoftimeve më të rëndësishme të ditës në një ekran. Në këtë mënyrë, do të arrihet një risi në mënyrën e transmetimit së informacioneve përkatëse për shkollën.

Metoda e mëparshme e përcjelljes së informacionit ka qenë tepër e lodhshme dhe kërkonte një kohë të konsiderueshme. Prandaj, ka qenë i nevojshëm krijimi i një sistemi ku të gjitha informacionet të paraqiten në një formë të dixhitalizuar. Prototipi që ne kemi krijuar përbëhet nga dy minikompjutera Raspberry PI, ku njëri kryen funksionin e klientit dhe tjetri atë të serverit. Tek klienti ndodhet një uebit që komunikon në mënyrë direkte me serverin. Administratori mund të logohet aty dhe të gjejë funksionalitete të ndryshme që i disponohen. Ai ka mundësinë që të zgjedhë informacionet që dëshiron të paraqesë në ekran, duke i selektuar ato direkt nga një bazë të dhënash.

Kjo bazë e dhënash është krijuar nga ne dhe mbart informacionet relevante për shkollën. Administratori mund të zgjedhë edhe një strukturë përkatëse për mënyrën e paraqitjes së këtyre të dhënave.

Në ekran do të tregohen edhe njoftime të rëndësishme si për shembull datat e olimpiadave apo pushimeve. Një funksionalitet i mëtejshëm konsiston në paraqitjen e të dhënave për motin apo edhe posti i fundit i uebit të shkollës. Kjo arrihet me ndihmë të API-ve. Një tjetër tipar inovativ është fakti që sistemi ynë mund të përdoret edhe për qëllime argëtuese. Nëpërmjet Chatbotit, që është një komponent i inteligjencës artificiale, studentët mund të postojnë vetë foto të ndryshme në ekran. Këto mund të jenë fotografi të jetës së përditshme, që në një mënyrë apo në një tjetër thyejnë monotoninë gjatë rutinës ditore shkollore.

Danksagung

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	1
1.1	Idee, Thema, Aufgabenstellung	1
1.2	Team	1
1.3	Allgemeines	2
2	Planung	3
2.1	Projektziele	3
2.1.1	Muss-Ziele	3
2.1.2	Optionale-Ziele	4
2.1.3	Nicht-Ziele	4
2.2	Projektplanung	4
2.2.1	Meilensteine	4
2.2.2	Projektstrukturplan	4
2.2.3	Arbeitspakete	5
2.3	Projektmanagementmethode	9
2.3.1	Structed Design	9
2.3.2	Wasserfall	9
3	Dokumentation des Projektverlaufs	12
3.1	Allgemeine Beschreibungen	12
3.2	Technische Lösungen	12
3.3	Beschreibungen des Arbeitsverlaufs	12
4	Paul Dirac	13
4.1	Leben	13
4.2	Leistung	13
5	Vulcano	16
5.1	Etymology	16
5.2	Worship	16
5.3	Vulcanalia	17

5.4	Theology	18
-----	--------------------	----

Kapitel 1

Allgemeines

1.1 Idee, Thema, Aufgabenstellung

Diese Diplomarbeit wird von zwei Schülerinnen der Österreichischen Schule “Peter Mahringer” in Shkodra geschrieben. Die Idee des Projekts ist, ein System zu entwickeln, wo die wichtigsten Benachrichtigungen des Tages für unsere Schule auf einem Bildschirm dargestellt werden. Das war notwendig, weil die frühere Arbeit sehr aufwendig und ungünstig war.

Dieses Thema ist sehr wichtig, weil in der heutigen Zeit es eine weitverbreitete Umgebung für die Anwendungen dieses Systems gibt. Bei vielen Unternehmen ist es erforderlich, die Informationen so schnell wie möglich darzustellen, damit die Kunden immer auf dem Laufenden sind. Momentan wird dieses System für die Schule angepasst.

Es wird eine Webseite mit Login programmiert, wobei der Administrator die Möglichkeit hat, verschiedene Informationen mit dem passenden Layout auf dem Bildschirm anzeigen zu lassen. Diese Informationen werden direkt aus einer selbsterstellten Datenbank selektiert. Zusätzlich, werden auch Kalenderinformationen wie z.B Olympiaden, wichtige Termine aber auch Wetterdaten oder der letzte Post von der Webseite dargestellt. Die Wetterdaten und der letzte Post von der Webseite werden vom Internet mithilfe von APIs geholt. Dieses System bietet viele Bildschirme mit unterschiedlichen Inhalten an. Der Administrator kann die Inhalte von fern für jeden Bildschirm ändern.

Eine weitere Funktionalität des Systems wird Chatbot sein. Chatbot ist ein sehr wichtiger Teil von künstlicher Intelligenz, deswegen war es wichtig, diesen Komponent zu involvieren.

1.2 Team

Das Projektteam besteht aus zwei Personen: Irena Bala und Aldo Sheldija. Irena Bala ist die Projektleiterin und Aldo Sheldija ist stellvertretender Projektleiter. Seit zwei Jahren sind sie in einer Klasse zusammen. Sie haben aber auch früher zusammengearbeitet, deswegen kennen sie sich gut. Die Mitglieder dieses Teams haben sich in der vierten Klasse für denselben Schwerpunkt entschlossen; nämlich für den Schwerpunkt Systemtechnik. Sie haben gemeinsame Interesse an Softwareprogrammierung und an

eingebettete Systeme. Allgemein haben sie auch andere Fähigkeiten. Aldo Sheldija hat in der Vergangenheit viele Websites erstellt, während Irena Bala viel Erfahrung mit Datenbanken hat. Auf diese Weise ergänzen sie ihre Kompetenzen gegenseitig, um das Projekt erfolgreich abzuschließen. Sie verfolgen den gleichen Zweck, um dieses Projekt optimal durchzuführen.

Die Aufgabenteilung in dieser Diplomarbeit ist folgende:

Irena Bala führt unter Zuhilfenahme eines Structed Design die Planung des Systems durch. Sie wird für die Konfiguration vom Raspberry PI Server, sowie für die Erstellung der SSL-Zertifikate und für die Einrichtung von der Datenbank verantwortlich sein. Das Design von der Datenbank, die Einrichtung des Systems und die API-Integration für Wetterdaten werden auch von ihr durchgeführt. Zusätzlich wird sie Chatbot einrichten und die Sperr-Funktion von unpassenden Bildern programmieren.

Aldo Sheldija ist zuständig für die Planung des Systems mithilfe von einem Big Picture und für die Entwicklung von dem Logo. Er wird für die Konfiguration vom Raspberry PI Client, sowie für die Erstellung des Admin-Panels und für die Erstellung von Bilder-Funktionalität beim Chatbot verantwortlich sein. Der Entwurf der Datenbank und die API-Integration für den letzten Post von der Webseite der Schule wird von ihm durchgeführt. Zusätzlich wird er das System aufbauen und testen.

1.3 Allgemeines

Damit das Projekt optimal umgesetzt werden kann, werden einige zusätzliche Funktionen berücksichtigt. Beispielsweise wird die Website mit einem SSL-Zertifikat verschlüsselt. Bei einer Unterbrechung der Netzwerkverbindung werden anstelle eines schwarzen Bildes, die zuletzt dargestellten Informationen für die Dauer dieser Unterbrechung am Bildschirm dargestellt. Die Lösungen dafür werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Kapitel 2

Planung

2.1 Projektziele

2.1.1 Muss-Ziele

- Es werden Bilder auf der Webseite hochgeladen und automatisch angezeigt.
- Es werden Kalenderinformationen wie Feiertage, wichtige Termine (Olympiaden usw.) auf dem Bildschirm dargestellt.
- Der Stundenplan der Klassen wird angezeigt.
Der aktuelle Supplierplan wird angezeigt.
- Das System soll ein flexibles Layout haben. Ein Vollbild, zwei oder mehr Panels, Größen und Platzierungen wie Informationen auf Bildschirmen werden angezeigt.
- Der tägliche Wetterbericht wird angezeigt.
- Die aktuelle Uhrzeit und das Datum werden auf dem Bildschirm dargestellt.
- Die leeren Klassen werden angezeigt.
- Verschiedene Bildschirmgrößen werden unterstützt.
- Ein SSL Zertifikat für die Client-Serververbindung wird eingerichtet.
- Es werden mehrere Anzeigen mit verschiedenen Inhalten angeboten.
- Chatbot wird auch implementiert, um die Bilder hochzuladen und sperren.
- Es werden unterschiedliche Anzeigzeiten für die unterschiedlichen GUI Bereiche unterstützt.
- Es wird ein funktionierendes System auch im offline Betrieb erreicht.

2.1.2 Optionale-Ziele

- Videos können hochgeladen und freigegeben werden. Die gängigsten Videoformate werden unterstützt.
- Das System kann auf mehrere Sprachen angeboten werden.
- Die Notfallwarnungen können dargestellt werden.

2.1.3 Nicht-Ziele

- Es wird keine Interaktion des Benutzers mit dem Bildschirm geben.
- Der Login auf die Webseite mit Gesichtserkennung und Office365 wird nicht möglich sein.
- Die Dateien können nicht von anderen Plattformen geholt werden.
- Es wird keine Audiounterstützung geben.

2.2 Projektplanung

2.2.1 Meilensteine

Die Meilensteine sind Orientierungspunkte, die am Ende der Projektplanung definiert werden. Durch diese Punkte wird der Weg vom Beginn bis zum Ende des Projekts in strukturierter Form beschrieben. Die Meilensteine sind sehr wichtig, weil sie die Weiterführung des Projekts bestimmen.

Datum	Meilenstein
04.10.2019	Implementierung der Anzeige-Struktur
18.10.2019	Initialisierung des Systems (Datenbank)
31.10.2019	Raspberry PI Konfiguration (Server, Client)
29.11.2019	Erstellung der Admin-Webseite
29.11.2019	Bilder-Verwaltung
05.12.2019	Chatbot Implementierung
20.12.2019	Verschlüsselung der Webseite durch SSL-Zertifikate

Tabelle 2.1: Meilensteine

2.2.2 Projektstrukturplan

Bei einem Projektstrukturplan ist das Projekt in Teilaufgaben und Arbeitspaketen unterteilt. Jedes Arbeitspaket gibt eine Aufgabe an, für die einer von der Gruppe verantwortlich ist. Der Projektstrukturplan ist ein sehr wichtiger Teil der Projektplanung, weil es bei der Definition der Ziele und bei der Darstellung der Arbeitspakete in strukturierter Form hilft.

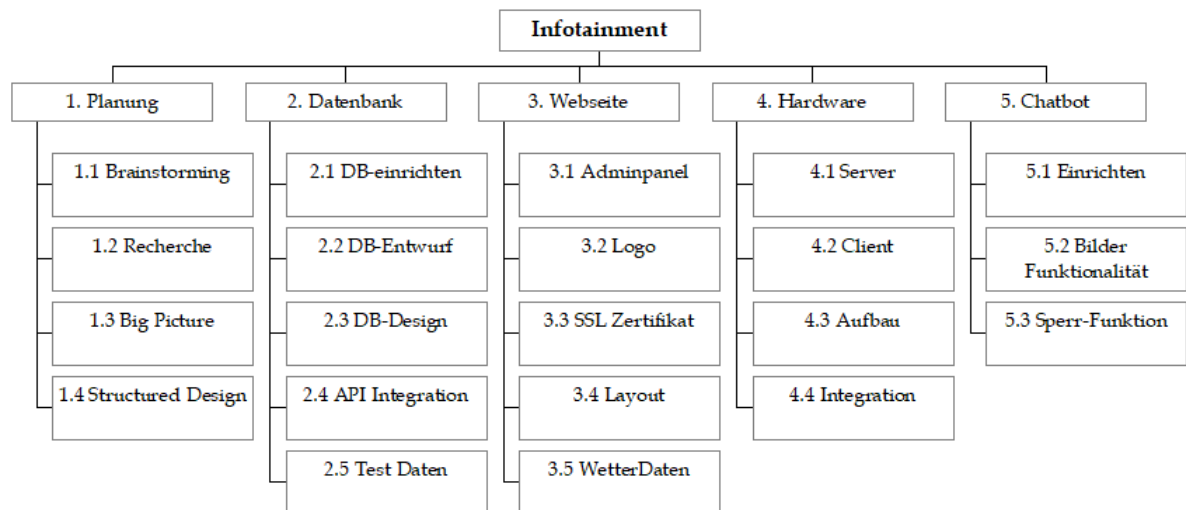


Abbildung 2.1: Projektstrukturplan

2.2.3 Arbeitspakete

Die Arbeitspakete sind die Hauptelemente eines Projekts, die ein definiertes Ergebnis, Start-und Endzeitpunkt haben. Sie werden nicht weiter unterteilt. Jedes Mitglied des Projektteams ist für einige Arbeitspakete zuständig.

Arbeitspaket AP 1.1: Brainstorming	Verantwortung: Aldo
Beginn: 16/10/2019	Beschreibung:
Ende: 22/10/2019	- Idee suchen
Mitarbeit: Irena	- Idee Generierung
	- Idee sammeln
	- Idee bearbeiten
Arbeitspaket AP 1.2: Recherche	Verantwortung: Irena
Beginn: 24/10/2019	Beschreibung:
Ende: 29/10/2019	- Informationen für ähnliche Systeme suchen
Mitarbeit: Aldo	- Informationen finden
	- Informationen bearbeiten
Arbeitspaket AP 1.3: Big Picture	Verantwortung: Aldo
Beginn: 30/09/2019	Beschreibung:
Ende: 03/10/2019	- Umwelt und Rahmenbedingungen definieren
Mitarbeit: Irena	- Daten bzw. Steuerungsanweisungsbeschreibungen
	- Iterationen
	- Digitalisierung
Arbeitspaket AP 1.4: Structured Design	Verantwortung: Irena

Beginn: 03/10/2019 Ende: 06/10/2019 Mitarbeit: Aldo	Beschreibung: - Festlegung der Schnittstellen und Grenzen jedes - Schnittstellenbeschreibung - Funktionsbeschreibung - Modes - Iterationen - Digitalisierung
Arbeitspaket AP 2.1: DB einrichten	Verantwortung: Irena
Beginn: 07/10/2019 Ende: 13/10/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - DB erstellen - User anlegen - Rechte vergeben
Arbeitspaket AP 2.2: DB Entwurf	Verantwortung: Aldo
Beginn: 14/10/2019 Ende: 18/10/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - Konzeptueller Entwurf - Implementationsentwurf - Physischer Entwurf
Arbeitspaket AP 2.3: DB-Design	Verantwortung: Irena
Beginn: 22/10/2019 Ende: 26/10/2019 Mitarbeit: Aldo	Beschreibung: Entwurf der Tabellen für: - Administrator - Bilder - Klassenplan - Lehrerplan - Supplierplan - Stundenplan - Lehrer - Wetter
Arbeitspaket AP 2.4: API Integration	Verantwortung: Aldo
Beginn: 10/12/2019 Ende: 13/12/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - API Dokumentation lesen - API Funktionalität anschauen - API als Schnittstelle verwenden - Daten aus vorhandenen und älteren Datenquellen
Arbeitspaket AP 2.5: Test Daten	Verantwortung: Aldo
Beginn: 02/12/2019 Ende: 22/12/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - Dummy Daten erzeugen - Tabelle füllen - Proben durchführen
Arbeitspaket AP 3.1: Admin Panel	Verantwortung: Aldo

<p>Beginn: 01/11/2019</p> <p>Ende: 28/11/2019</p> <p>Mitarbeit: Irena</p>	<p>Beschreibung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Login - Einstellungen - Gewünschte - Informationen selektieren - Informationen anzeigen lassen
Arbeitspaket AP 3.2: Logo	Verantwortung: Aldo
<p>Beginn: 09/10/2019</p> <p>Ende: 13/10/2019</p> <p>Mitarbeit:</p>	<p>Beschreibung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wortmarke finden - Symbol Marke finden - Kombination (Wort und Symbol) auswählen - Entwicklung - Entwurf - Digitalisierung
Arbeitspaket AP 3.3: SSL Zertifikate	Verantwortung: Irena
<p>Beginn: 11/12/2019</p> <p>Ende: 13/12/2019</p> <p>Mitarbeit:</p>	<p>Beschreibung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SSL Zertifikate Keys anlegen - SSL Zertifikate einrichten - HTTPS verwenden
Arbeitspaket AP 3.4: Layout	Verantwortung: Irena
<p>Beginn: 16/12/2019</p> <p>Ende: 22/12/2019</p> <p>Mitarbeit: Aldo</p>	<p>Beschreibung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bootstrap - Responsives - Webdesign - Navigationsleiste - Bilder - Typographie
Arbeitspaket AP 3.5: Wetterdaten	Verantwortung: Irena
<p>Beginn: 25/11/2019</p> <p>Ende: 30/11/2019</p> <p>Mitarbeit:</p>	<p>Beschreibung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - API Integration - Format wählen (XML, JSON) - Datenbank erstellen - Daten auf die Webseite anzeigen lassen
Arbeitspaket AP 4.1: Server	Verantwortung: Irena
<p>Beginn: 30/10/2019</p> <p>Ende: 3/11/2019</p> <p>Mitarbeit:</p>	<p>Beschreibung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betriebssystem installieren - Programme herunterladen und installieren - Apache Server einrichten - MySQL Datenbank anlegen
Arbeitspaket AP 4.2: Client	Verantwortung: Aldo

Beginn: 21/10/2019 Ende: 2/11/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - Betriebssystem installieren - Programme herunterladen und installieren - Apache Server einrichten - MySQL Datenbank anlegen
Arbeitspaket AP 4.3: Aufbau	Verantwortung: Aldo
Beginn: 04/11/2019 Ende: 08/11/2019 Mitarbeit: Irena	Beschreibung: - RaspberryPi Gehäuse - RaspberryPi am Bildschirm anbringen - Bildschirm an die Wand hängen
Arbeitspaket AP 4.4: Einrichtung des Systems	Verantwortung: Irena
Beginn: 11/11/2019 Ende: 30/11/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - WLAN Verbindung - Verbindung mit der Datenbank
Arbeitspaket AP 5.1: Chatbot Einrichten	Verantwortung: Irena
Beginn: 18/11/2019 Ende: 24/11/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - API Dokumentation anschauen - Account anlegen - Registrieren - Bilder, Videos posten
Arbeitspaket AP 5.2: Bilder Funktionalität	Verantwortung: Aldo
Beginn: 25/11/2019 Ende: 01/12/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - Bilder hochladen - Bilder in der Datenbank speichern - Bilder von der Datenbank selektieren und auf der Website anzeigen lassen
Arbeitspaket AP 5.3: Sperr-Funktion	Verantwortung: Irena
Beginn: 03/12/2019 Ende: 07/12/2019 Mitarbeit:	Beschreibung: - ID des Bildes schicken - Das Telefonnummer sperren, damit er keine Bilder mehr hochladen kann - Das Bild am Bildschirm löschen - Das Bild aus der Datenbank entfernen

Tabelle 2.2: Arbeitspakete

2.3 Projektmanagementmethode

2.3.1 Structed Design

Structed Design ist eine systematische Methode, die verwendet wird, um eine Software so gut wie möglich zu beschreiben. Mit dieser Methode wird das Architekturdesign, die fließenden Daten und Signale, sowie alle Schnittstellen sehr leicht und deutlich beschrieben. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist, dass es sehr leicht zu verstehen ist. In diesem Projekt wurde Structed Design verwendet, aufgrund der guten Möglichkeit, dass sie bietet, Iterationen zu verwenden und tiefer in die wichtigsten Ebenen der Arbeit zu gehen.

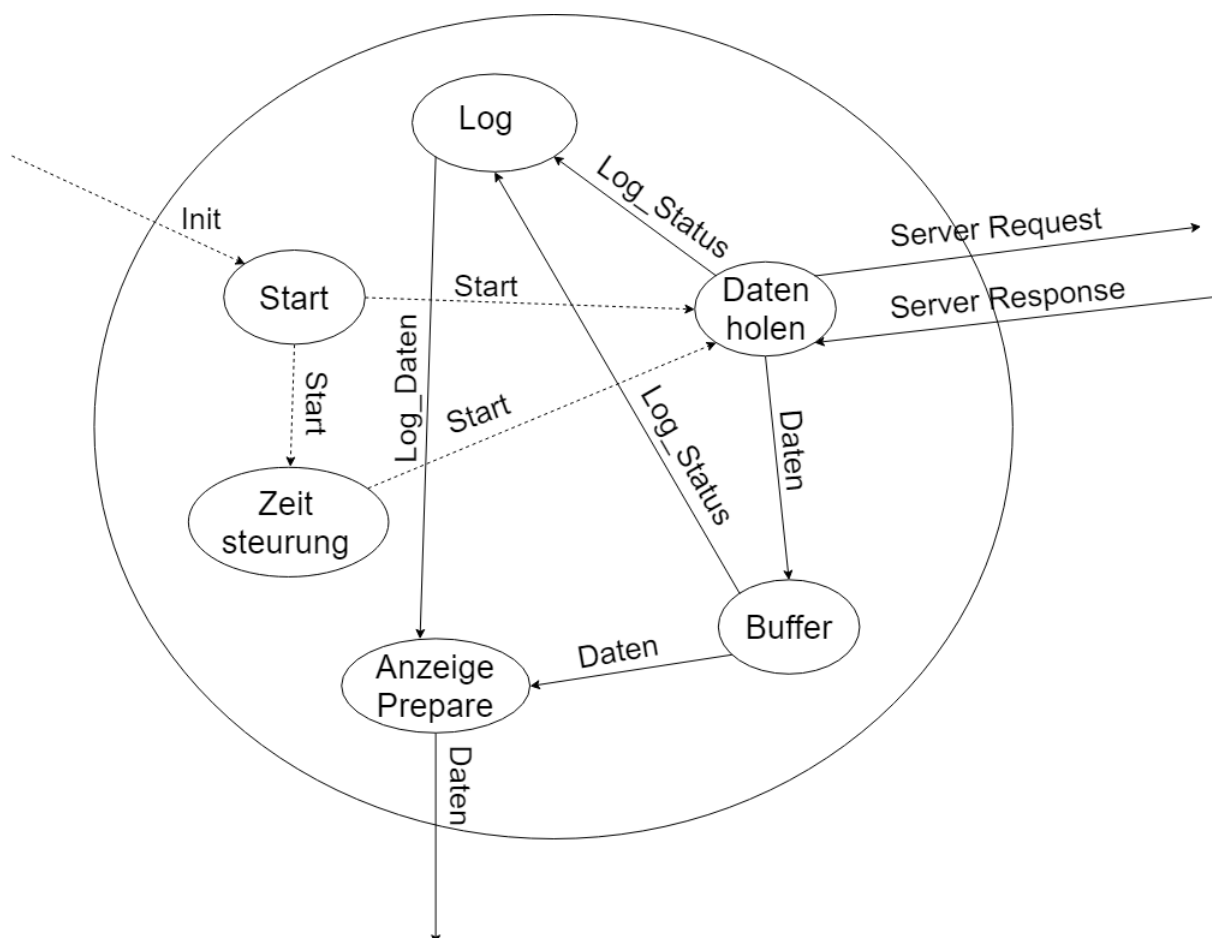


Abbildung 2.2: Structed Design - Client

2.3.2 Wasserfall

Das Wasserfall Modell (Abbildung 2.3.2) ist die zweite Projektmanagement Methode, die von uns gewählt wurde. Diese Methode teilt die wichtigsten Prozesse und Phasen

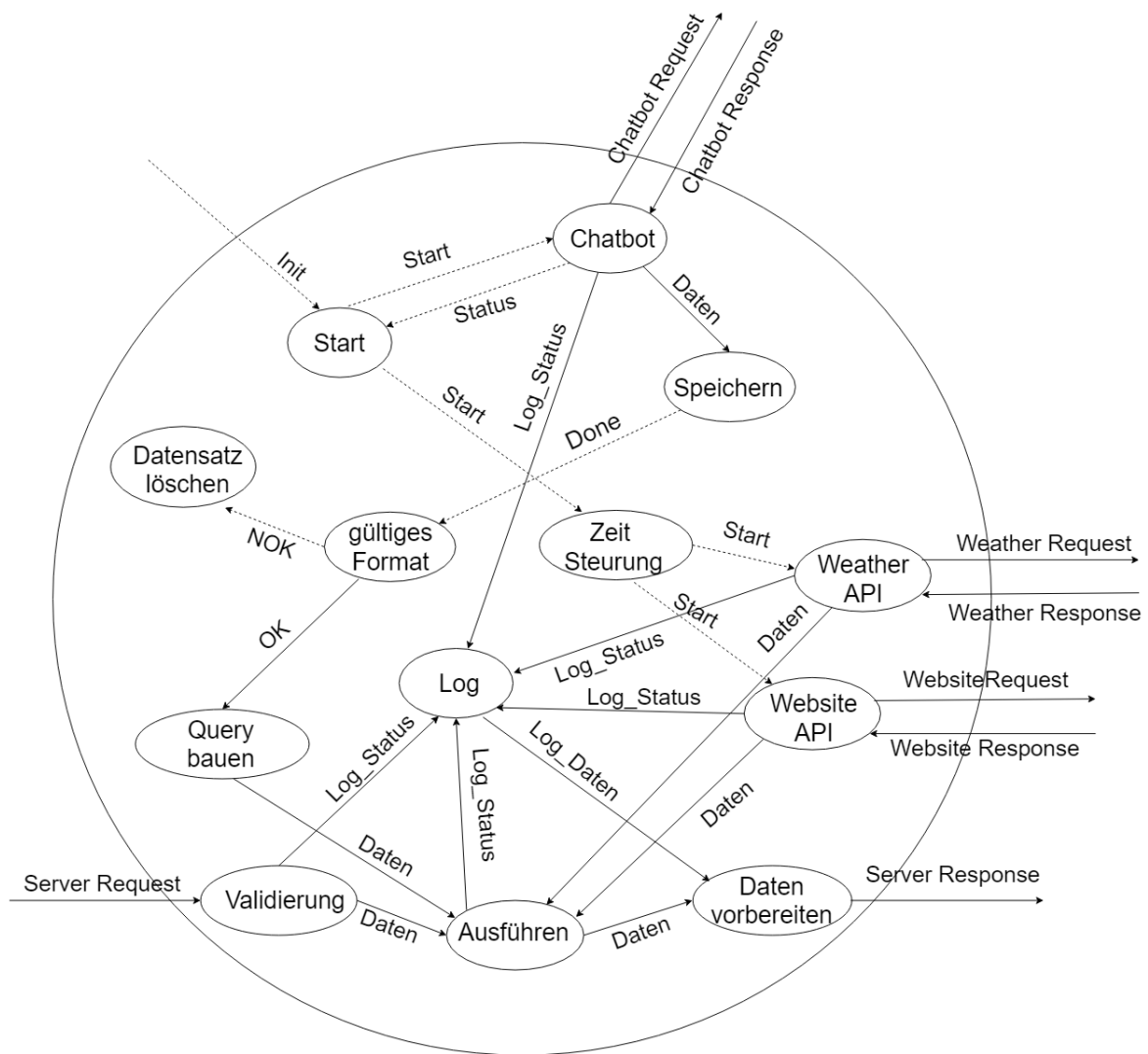


Abbildung 2.3: Structed Design - Server

des Projekts so, dass sie sequenziell nacheinander bearbeitet werden und dass jede Phase von der vorherigen Phase abhängig ist. Die wichtigsten Schritte eines Wasserfallmodells sind: Anforderung, Analyse, Entwurf, Realisierung, Test, Systemintegration und Systemabnahme. Das Projekt geht durch diese sieben Schritte bzw. Phasen sequentiell durch, bis die Arbeit abgeschlossen ist. Der Name dieses Modells leitet sich aufgrund des Fließens des Projektes durch alle Phasen ab. Das Modell wird sehr gerne bei der Erstellung von Webseiten oder bei Entwurf von Datenbanken angewendet. Obwohl diese Methode sehr langwierig sein kann und nicht sehr flexibel ist (Fehlerkorrektur), ermöglicht es eine sehr klare und leichte Planung und Organisation der Arbeit, sowie eine gute Zielabgrenzung und Aufwandsabschätzung. Die oben genannten Merkmale sind der Grund, warum diese Methode für dieses Projekt ausgewählt wurde.

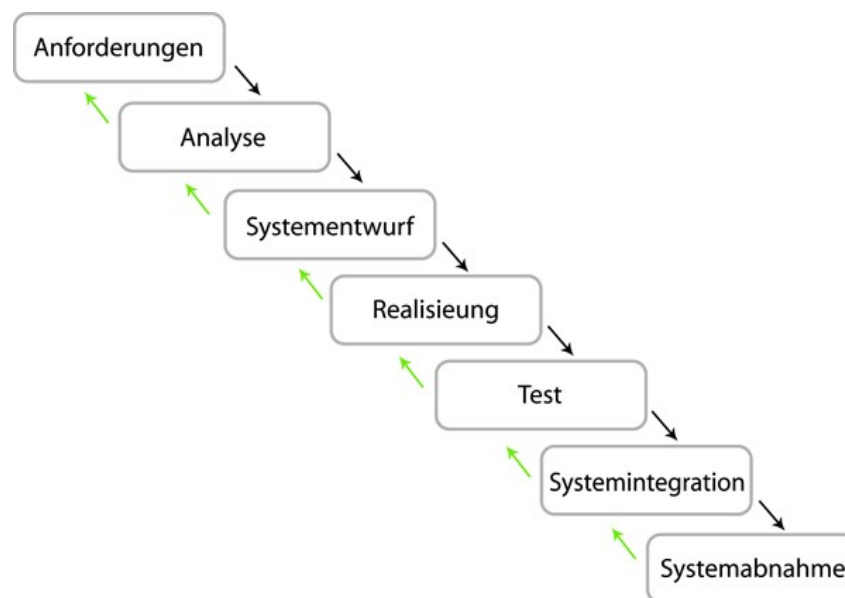


Abbildung 2.4: Wasserfallmodell

Kapitel 3

Dokumentation des Projektverlaufs

3.1 Allgemeine Beschreibungen

3.2 Technische Lösungen

3.3 Beschreibungen des Arbeitsverlaufs

Kapitel 4

Paul Dirac

4.1 Leben

Dirac wurde in Bristol, Gloucestershire, England geboren. Sein Vater Charles Dirac war Schweizer mit Wurzeln im französischsprachigen Saint-Maurice im Wallis; er unterrichtete in Bristol an Diracs Schule das Fach Französisch. Seine Mutter, Florence Holten, war die Tochter eines Seemanns aus Cornwall. Seine Kindheit war infolge des strengen und autoritären Verhaltens des Vaters unglücklich – ein Bruder nahm sich das Leben.

Dirac studierte zunächst 1921 Elektrotechnik in Bristol, wechselte dann zur Mathematik und bekam 1923 ein Stipendium für die Universität Cambridge, wo er bei Ralph Howard Fowler studierte. 1926 schloss er das Studium mit einer Dissertation zur Quantenmechanik ab. Paul Dirac mit seiner Frau Margit Juli 1963 in Kopenhagen

Von 1932 bis 1969 war Dirac Professor des Lucasischen Lehrstuhls für Mathematik an der Universität Cambridge. 1937 heiratete er Margit (1904–2002), die Schwester des Physikers Eugene Wigner. Der Mathematiker Gabriel Andrew Dirac aus der ersten Ehe seiner Frau war sein Stiefsohn. Während des Zweiten Weltkriegs arbeitete Dirac an Gaszentrifugen zur Urananreicherung. Ab 1970 war er an der Florida State University in Tallahassee in Florida tätig.

Dirac war von zurückhaltender Natur. Es machte ihm nichts aus, in Gesellschaft zu schweigen und auf Fragen nur sehr wortkarge, einer strikten Wahrheitsliebe verpflichtete Antworten zu geben, wovon zahlreiche Anekdoten verbreitet waren.

Dirac war überzeugter Atheist. Auf die Frage nach seiner Meinung zu Diracs Ansichten bemerkte Wolfgang Pauli in Anspielung auf das islamische Gottesbekenntnis:

„Wenn ich Dirac richtig verstehe, meint er Folgendes: Es gibt keinen Gott und Dirac ist sein Prophet.“

4.2 Leistung

1925 fand Paul Dirac in seiner Dissertation die klassische Entsprechung der neuen quantenmechanischen Kommutatoren von Heisenberg, Born und Jordan mit den Poisson-

Klammern der klassischen Mechanik. 1926 entwickelte er eine abstrakte Fassung der Quantenmechanik („Transformationstheorie“), die die Matrizenmechanik Heisenbergs und die Wellenmechanik Schrödingers als Spezialfälle enthielt. Somit konnte er unabhängig von Schrödinger die Äquivalenz beider Theorien zeigen. Die klassische Mechanik ergibt sich in seiner Theorie als Spezialfall der Quantenmechanik. Von Dirac stammt auch die Einführung des Wechselwirkungsbilds, das sowohl das Schrödinger- als auch Heisenberg-Bild verwendet. Paul Dirac an der Tafel

1928 stellte er auf Grundlage der Arbeit von Wolfgang Pauli über das Ausschließungsprinzip die nach ihm benannte Dirac-Gleichung auf,[1] bei der es sich um eine relativistische, also auf der speziellen Relativitätstheorie beruhende Wellengleichung 1. Ordnung zur Beschreibung des Elektrons handelt. Dirac fand sie, indem er von der relativistischen Wellengleichung 2. Ordnung von Charles Galton Darwin ausging (einer Weiterentwicklung der Klein-Gordon-Gleichung) und ein wenig mit „Gleichungen herumspielte“, das heißt, er suchte einen Ansatz für eine entsprechende Gleichung 1. Ordnung, die sich nur mit dem Einführen von Spinoren und Dirac-Matrizen gewinnen ließ und deren „Quadrat“ wieder die relativistische Wellengleichung ergibt. Sie lieferte z. B. eine theoretische Erklärung für den anomalen Zeeman-Effekt und die Feinstruktur in der Atomspektroskopie und erklärte den Spin, der bis dahin in der Quantenmechanik als grundlegendes, aber unverstandenes Phänomen bekannt war, als natürliche Folge seiner relativistischen Wellengleichung.

Seine Gleichung erlaubte es Dirac auch, die Löchertheorie zu formulieren und die Existenz des Positrons, des Antiteilchens des Elektrons, vorherzusagen (er scheute aber zunächst vor der öffentlichen Postulierung eines neuen Teilchens zurück und identifizierte das negative Antiteilchen des Elektrons mit dem Proton).[2] Das Positron wurde darauf 1932 von Carl David Anderson als neues Teilchen in kosmischer Strahlung nachgewiesen. Im Dirac-Bild der Quantenfeldtheorie besteht das Vakuum in Analogie zur Festkörperphysik aus einem bis zur Fermigrenze gefüllten Dirac-See von Elektronen. Paarerzeugung im Vakuum ist die Anregung eines Elektrons aus diesem Dirac-See über die Fermigrenze hinaus – das hinterlassene „Loch“ in dem Diracsee ist das Positron.

Dirac schuf den Begriff des Bosons in Anerkennung der Verdienste von Satyendra Nath Bose um die Quantenstatistik. Er gilt mit Enrico Fermi als Erfinder der Statistik der Fermionen (Fermi-Dirac-Statistik), erkannte aber Fermis Priorität an.

1931 postulierte er als erster die Existenz eines magnetischen Monopols,[3] also eines Teilchens mit magnetischer Ladung, ähnlich der elektrischen Ladung z. B. beim Elektron. Die Existenz eines solchen Teilchens, das bisher nicht beobachtet wurde, würde die Quantisierung der elektrischen Ladung erklären. Dahinter stecken letztlich topologische Ideen, die hier erstmals in der Quantenmechanik auftauchen.

In seiner „Large number hypothesis“ versucht Dirac – plausibler als ähnliche Versuche Eddingtons – einen Zusammenhang zwischen der Größe der Fundamentalkonstanten und der gegenwärtigen Ausdehnung des Universums zu geben.[4] Daraus ergeben sich Spekulationen über die zeitliche Variation der Naturkonstanten, denen bis heute experimentell nachgegangen wird. Diracs großer Konkurrent auf dem Gebiet quantenmechanischer Formalismen, Pascual Jordan, griff diese Ideen in einer eigenen Theorie der Gravitation mit variabler Gravitationskonstante auf.

In seiner Untersuchung der klassischen Theorie strahlender Elektronen von 1938

tauchten neben „runaway solutions“ auch erstmals Renormierungsideen auf.[5] Das Auftreten divergenter Ausdrücke in der üblichen Renormierungstheorie der Quantenelektrodynamik, die dann in die Definition der „nackten“ Ladung und Masse zum Verschwinden gebracht werden, lehnte er aber zeitlebens ab. Paul Dirac, Wolfgang Pauli und Rudolf Peierls, 1953 in Birmingham

Dirac ist auch der Erfinder vieler weiterer Formalismen der theoretischen Physik. Beispielsweise stammt von ihm die ursprüngliche Idee zu Pfadintegralen,[6] die als alternativer Zugang zur Quantenmechanik aber erst durch Richard Feynman „ernst genommen“ und ausgebaut wurden. In einer Arbeit aus dem Jahre 1949 erfand er die „light cone quantization“ (Lichtfrontformalismus) der Quantenfeldtheorie,[7] die in der Hochenergiephysik viel verwendet wird. In den 1950er Jahren versuchte Dirac dann, den von ihm postulierten Dirac-See als universellen Äther auszulegen.[8][9][10]

Er untersuchte auch ganz allgemein hamiltonsche Systeme mit „constraints“ (Zwangsbedingungen), speziell um einen Zugang zur Quantisierung der Gravitation zu finden. Diese Arbeiten gingen später in der BRST-Formulierung auf. Seine Untersuchung ausgedehnter Systeme in der Quantenfeldtheorie 1962[11] ist ein Vorläufer der p-branes und bag-Modelle späterer Jahre.

Kapitel 5

Vulcano

5.1 Etymology

The origin of the name is unclear. Roman tradition maintained that it was related to Latin words connected to lightning (fulgur, fulgere, fulmen), which in turn was thought of as related to flames.[4] This interpretation is supported by Walter William Skeat in his etymological dictionary as meaning lustre.[5]

It has been supposed that his name was not Latin but related to that of the Cretan god Velchanos, a god of nature and the nether world.[6] Wolfgang Meid has disputed this identification as phantastic.[7] More recently this etymology has been taken up by Gérard Capdeville who finds a continuity between Cretan Minoan god Velchanos and Etruscan Velchans. The Minoan god's identity would be that of a young deity, master of fire and companion of the Great Goddess.[8]

Christian Guyonvarc'h has proposed the identification with the Irish name Olcan (Ogamic Ulccagni, in the genitive). Vasily Abaev compares it with the Ossetic Wærgon, a variant of the name of Kurdalægion, the smith of the Nart saga. Since the name in its normal form Kurdalægion is stable and has a clear meaning (kurd smith+ on of the family+ Alaeg name of one of the Nartic families), this hypothesis has been considered unacceptable by Dumezil.[9]

5.2 Worship

Vulcan's oldest shrine in Rome, called the Vulcanal, was situated at the foot of the Capitoline in the Forum Romanum, and was reputed to date to the archaic period of the kings of Rome,[10][11] and to have been established on the site by Titus Tatius,[12] the Sabine co-king, with a traditional date in the 8th century BC. It was the view of the Etruscan haruspices that a temple of Vulcan should be located outside the city,[13] and the Vulcanal may originally have been on or outside the city limits before they expanded to include the Capitoline Hill.[1] The Volcanalia sacrifice was offered here to Vulcan, on August 23.[10] Vulcan also had a temple on the Campus Martius, which was in existence by 214 BC.[1][14]

The Romans identified Vulcan with the Greek smith-god Hephaestus.[15] Vulcan

became associated like his Greek counterpart with the constructive use of fire in metalworking. A fragment of a Greek pot showing Hephaestus found at the Volcanal has been dated to the 6th century BC, suggesting that the two gods were already associated at this date.[11] However, Vulcan had a stronger association than Hephaestus with fire's destructive capacity, and a major concern of his worshippers was to encourage the god to avert harmful fires.

5.3 Vulcanalia

The festival of Vulcan, the Vulcanalia, was celebrated on August 23 each year, when the summer heat placed crops and granaries most at risk of burning.[1][16] During the festival bonfires were created in honour of the god, into which live fish or small animals were thrown as a sacrifice, to be consumed in the place of humans.[17]

The Vulcanalia was part of the cycle of the four festivities of the second half of August (Consualia on August 21, Vulcanalia on 23, Opiconsivia on 25 and Vulturialia on 27) related to the agrarian activities of that month and in symmetric correlation with those of the second half of July (Lucaria on July 19 and 21, Neptunalia on 23 and Furrinalia on 25). While the festivals of July dealt with untamed nature (woods) and waters (superficial waters the Neptunalia and underground waters the Furrinalia) at a time of danger caused by their relative deficiency, those of August were devoted to the results of human endeavour on nature with the storing of harvested grain (Consualia) and their relationship to human society and regality (Opiconsivia) which at that time were at risk and required protection from the dangers of the excessive strength of the two elements of fire (Vulcanalia) and wind (Vulturialia) reinforced by dryness.[18]

It is recorded that during the Vulcanalia people used to hang their clothes and fabrics under the sun.[19] This habit might reflect a theological connection between Vulcan and the divinized Sun.[20]

Another custom observed on this day required that one should start working by the light of a candle, probably to propitiate a beneficial use of fire by the god.[21] In addition to the Vulcanalia of August 23, the date of May 23, which was the second of the two annual Tubilustria or ceremonies for the purification of trumpets, was sacred to Vulcan.[16][22]

The Ludi Vulcanalici, were held just once on August 23, 20 BC, within the temple precinct of Vulcan, and used by Augustus to mark the treaty with Parthia and the return of the legionary standards that had been lost at the Battle of Carrhae in 53 BC.

A flamen, one of the flamines minors, named flamen Vulcanalis was in charge of the cult of the god. The flamen Vulcanalis officiated at a sacrifice to the goddess Maia, held every year at the Kalendae of May.[23]

Vulcan was among the gods placated after the Great Fire of Rome in AD 64.[24] In response to the same fire, Domitian (emperor 81–96) established a new altar to Vulcan on the Quirinal Hill. At the same time a red bull-calf and red boar were added to the sacrifices made on the Vulcanalia, at least in that region of the city.[25] Andrea Mantegna: Parnas, Vulcan, god of fire

5.4 Theology

The nature of the god is connected with religious ideas concerning fire.

The Roman concept of the god seems to associate him to both the destructive and the fertilizing powers of fire.

In the first aspect he is worshipped in the Volcanalia to avert its potential danger to harvested wheat. His cult is located outside the boundaries of the original city to avoid the risk of fires caused by the god in the city itself.[26]

This power is, however, considered useful if directed against enemies and such a choice for the location of the god's cult could be interpreted in this way too. The same idea underlies the dedication of the arms of the defeated enemies,[27] as well as those of the surviving general in a devotion ritual to the god.[28]

Through comparative interpretation this aspect has been connected by Dumézil to the third or defensive fire in the theory of the three Vedic sacrificial fires.[29] In such theory three fires are necessary to the discharge of a religious ceremony: the hearth of the landlord, which has the function of establishing a referential on Earth in that precise location connecting it with Heaven; the sacrificial fire, which conveys the offer to Heaven; and the defensive fire, which is usually located on the southern boundary of the sacred space and has a protective function against evil influences. Since the territory of the city of Rome was seen as a magnified temple in itself, the three fires should be identified as the hearth of the landlord in the temple of Vesta (aedes Vestae); the sacrificial fires of each temple, shrine or altar; and the defensive fire in the temple of Vulcan.

Another meaning of Vulcan is related to male fertilizing power. In various Latin and Roman legends he is the father of famous characters, such as the founder of Praeneste Caeculus,[30] Cacus,[31] a primordial being or king, later transformed into a monster that inhabited the site of the Aventine in Rome, and Roman king Servius Tullius. In a variant of the story of the birth of Romulus the details are identical even though Vulcan is not explicitly mentioned.[32] Punishment of Ixion: in the center is Mercury holding the caduceus and on the right Juno sits on her throne. Behind her Iris stands and gestures. On the left is Vulcanus (blond figure) standing behind the wheel, manning it, with Ixion already tied to it. Nephelē sits at Mercury's feet; a Roman fresco from the eastern wall of the triclinium in the House of the Vettii, Pompeii, Fourth Style (60–79 AD).

Some scholars think that he might be the unknown god who impregnated goddesses Fortuna Primigenia at Praeneste and Feronia at Anxur. In this case he would be the father of Jupiter.[33] This view is though in conflict with that which links the goddess to Jupiter, as his daughter (puer Jovis) and his mother too, as primigenia, meaning "primordial".

In all of the above-mentioned stories the god's fertilizing power is related to that of the fire of the house hearth.

In the case of Caeculus, his mother was impregnated by a spark that dropped on her womb from the hearth while she was sitting nearby.[34] Servius Tullius's mother Ocresia was impregnated by a male sex organ that miraculously appeared in the ashes

of the sacrificial ara, at the order of Tanaquil, Tarquinius Priscus's wife.[35] Pliny the Elder tells the same story, but states that the father was the Lar familiaris.[36] The divinity of the child was recognized when his head was surrounded by flames and he remained unharmed.[37]

Through the comparative analysis of these myths archaeologist Andrea Carandini opines that Cacus and Caca were the sons of Vulcan and of a local divine being or a virgin as in the case of Caeculus. Cacus and Caca would represent the metallurgic and the domestic fire, projections of Vulcan and of Vesta.

These legends date back to the time of preurban Latium. Their meaning is quite clear: at the divine level Vulcan impregnates a virgin goddess and generates Jupiter, the king of the gods; at the human level he impregnates a local virgin (perhaps of royal descent) and generates a king.[38]

The first mention of a ritual connection between Vulcan and Vesta is the lectisternium of 217 BC. Other facts that seem to hint at this connection are the relative proximity of the two sanctuaries and Dionysius of Halicarnassus's testimony that both cults had been introduced to Rome by Titus Tatius to comply with a vow he had made in battle.[39] Varro confirms the fact.[40]

Vulcan is related to two equally ancient female goddesses Stata Mater,[41] perhaps the goddess who stops fires and Maia.[42]

Herbert Jennings Rose interprets Maia as a goddess related to growth by connecting her name with IE root *MAG.[43] Macrobius relates Cincius's opinion that Vulcan's female companion is Maia. Cincius justifies his view on the grounds that the flamen Volcanalis sacrificed to her at the Kalendae of May. In Piso's view the companion of the god is Maiestas.[44]

According to Gellius as well, Maia was associated with Vulcan; and he backs up his view by quoting the ritual prayers in use by Roman priests.[45]

[46]

The god is the patron of trades related to ovens (cooks, bakers, confectioners) as attested in the works of Plautus,[47] Apuleius (the god is the cook at the wedding of Amor and Psyche)[48] and in Vespa's short poem in the Anthologia Latina about the litigation between a cook and a baker.[49]

Abbildungsverzeichnis

2.1	Projektstrukturplan	5
2.2	Structed Design - Client	9
2.3	Structed Design - Server	10
2.4	Wasserfallmodell	11

Tabellenverzeichnis

2.1	Meilensteine	4
2.2	Arbeitspakete	8

Literatur