

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

Österreichische Schule Peter Mahringer
Shkolla Austriake Shkodër

Gesichtsregistrierung und Gesichtserkennung

Diplomarbeit Nr. 17.06

Klasse 5A, Schuljahr 2019/20



Ausgeführt von: Aron Terzeta
Rei Hoxha
Egli Hasmegaj
Jordi Zmiani

Projektbetreuer1: Matthias Maurer
Projektbetreuer2: Dominik Stocklasser
Projektbetreuer3: Andreas Kucher

Shkoder, 8. Dezember 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.

Rei Hoxha

Ort, Datum
Egli Hasmegaj

Unterschrift

Ort, Datum

Unterschrift

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

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

Kurzfassung

Vom Auftraggeber wird ein System gefordert, das Gesichter erkennt, um einen kontrollierten Zugang in der Schule zu ermöglichen und die Sicherheit der Schule wird dadurch erhöht. Alle Gesichter sollen von den aktuellen Schülern und Lehrer erkannt werden. Es soll auch zwischen einer reellen Person und einem Foto den Unterschied berücksichtigt.

Wir sind für diese Idee entschieden, weil Sicherheit heute hoch interessant und relevant ist. Es geht hier um einen kontrollierten Zugang in Institutionen mittels Gesichtserkennung zu ermöglichen, da Gesichter ja eindeutig für jede Person sind. Die größten Herausforderungen und Voraussetzungen des Projekts befinden sich in dem Planungsprozess. Eine andere Voraussetzung ist das Gebrauch von zwei Kameras, damit der Unterschied zwischen einer reellen Person und einem Foto berücksichtigt wird.

Abstract

This paper represents the face detection and recognition system that enables the detection of a human face and is able to identify it. It is thought to improve the security system of an institution while controlling the access of certain locations, rooms. Further it achieves the goal of differentiating between a real person and a photo being identified.

Ky punim paraqet sistemin e zbulimit dhe njohjes së fytyrës që mundëson zbulimin e një fytyre njerëzore dhe është në gjendje ta identifikojë atë. Mendohet se përmirëson sistemin e sigurisë së një institucioni ndërsa kontrollon hyrjen në disa lokacione, dhoma. Më tej ajo arrin qëllimin e diferencimit midis një personi të vërtetë dhe një fotografie që identifikohet.

Dieses Dokument stellt das Gesichtserkennungs- und -erkennungssystem dar, mit dem ein menschliches Gesicht erkannt und identifiziert werden kann. Es wird angenommen, dass es das Sicherheitssystem einer Institution verbessert und gleichzeitig den Zugang zu bestimmten Orten und Räumen kontrolliert. Ferner wird das Ziel erreicht, zwischen einer realen Person und einem identifizierten Foto zu unterscheiden.

Danksagung

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	1
2	Planung	2
2.1	Projektziele	2
2.1.1	Ziele	2
2.1.2	Nicht Ziele	3
2.1.3	Optionale Ziele	3
2.2	Projektplanung	3
2.3	Projektmanagmentmethode	4
3	Gesichtsregistrierung	6
3.1	Umsetzung	6
3.1.1	Allgemein	6
3.1.2	Technische Lösung	6
3.1.3	Herausforderungen	7
3.1.4	Qualitätssicherung und Controlling	7
3.2	Ergebnisse	7
3.2.1	Implementierung	7
4	Vulcano	8
4.1	Etymology	8
4.2	Worship	8
4.3	Vulcanalia	9
4.4	Theology	10

Kapitel 1

Allgemeines

Unten werden die Idee, das Thema und die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit verfasst.

Die Idee, ein System zu entwickeln dass Gesichter erkennt und registriert, ist daraus entstanden wegen folgenden Grunds. Es wurde vom Auftraggeber dieses System gefordert, um einen kontrollierten Zugang in der Schule zu ermöglichen. Es ist gedacht, die Sicherheit der Schule dadurch zu erhöhen und die Überwachung effizienter machen. Hauptziel ist es, alle Gesichter von den aktuellen Schülern und Lehrer zu registrieren und zu erkennen. Das System sollte auch den Unterschied zwischen einer reellen Person und einem Foto berücksichtigen. Es ist auch gefordert, dass die betreffende Person keine Maske, Brille oder Hüte bei der Gesichtserkennung trägt. Die Erkennung von Gesicht erfolgt auch nicht beim Bewegen von Person. Das Team besteht aus Aron Terzeta, Egli Hasmegaj, Rei Hoxha und Jordi Zmiani. Aufgaben sind wie folgend geteilt.

- Aron beschäftigt sich hauptsächlich mit der Gesichtsregistrierungsteil und Tiefenschärfe des Bildes herauszuholen.
- Egli kümmert sich um die wichtigsten Gesicht Daten zu extrahieren(Größe und Form der Augenhöhlen, Nase, Wangenknochen und Kiefer). Position/ Verhältnisse der Hauptmerkmale relativ zueinander herausholen. Aufbereitung der Daten für Abgleich.
- Rei: User-Gesichtsdaten von Bildverarbeitung-Funktion holen, Vergleichen von Gesichtsdaten, System aufbauen.
- Jordi: Datenbankdesign: Eine DB einrichten, Entwurf der Struktur der DB, DB in MySQL implementieren, Zugriffsberechtigungen festlegen, Error-checking.

Wir sind dafür hoch motiviert, dieses Projekt richtig umzusetzen.

Kapitel 2

Planung

Dieses Kapitel beschreibt im Detail wie die Diplomarbeit gestaltet und abgegrenzt ist. Die Abgrenzung der Arbeit ist entscheidend wegen der hohen Komplexität des Projektes. Sie erfolgt durch Ziele, nicht-Ziele und optionale Ziele. Das ist im Unterkapitel 2.1 genau verfasst. Weiter folgt die Planung im Kapitel 2.3. Es werden hier das Lösungskonzept und die Projektmanagement erklärt. Es wird nun spezifiziert welche Projektmanagementmethode eingesetzt wurde.

2.1 Projektziele

Ziele, nicht Ziele und optionale Ziele

2.1.1 Ziele

Ziele sind wesentlich für jedes Projekt. Deshalb wurden die Ziele dieses Projekts in drei Kategorien geteilt. In der ersten Kategorie gehören Ziele, die unbedingt erfüllt werden müssen. Anderfalls wurde das Projekt scheitern.

1. Live vs. Foto unterscheiden. (3-dimensionale Erkennung an Gesicht machen. Tiefe messen damit zwischen einer Person und einem Foto differiert wird.)
2. Gesichts-Schlüsselpunkt-Extraktion, um ein Gesicht zu identifizieren.
3. Größe und Form der Augenhöhlen, Nase, Wangenknochen und Kiefer analysieren.
4. Position/Verhältnisse der Hauptmerkmale relativ zueinander herausholen.
5. Bilderdaten in Vektoren umwandeln mithilfe eines Algorithmus.
6. Abstimmung (Vergleichen mit den anderen Fotos in der Datenbank, um zu sehen, ob die Person schon registriert wurde).
7. Max. 500 Personen in einer Datenbank speichern.
8. 10 Tests, jeder Test in einer anderen Raumkondition, um alle Betriebskonditionen zu testen.

9. Datenbankdesign
10. Error checking
11. Safe Mode (eine Batterie, Back-ups in einem lokalen Server)
12. Min. Arbeitsvorbereitung (Min. Gesichtsdetektionszeit)
13. Admin account (Register-Rechte nur für Schüler und Lehrer eingeben)

2.1.2 Nicht Ziele

Hier sind die Nicht-Ziele definiert, damit das Projekt begrenzt ist und damit nichts gemacht wird, was nicht angefordert war.

1. Mehr als ein Gesicht gleichzeitig erkennen.
2. Maske, Brille, Hüte tragen.
3. Gesicht in Bewegung erkennen.
4. Person ins Profil oder andere Position sein.
5. Thermische Kamera einsetzen.

2.1.3 Optionale Ziele

Hier gehören Ziele, die optional sind. Das heißt sie sind nicht zwingend und wurden eingesetzt nur nachdem alle wichtigen und primären Ziele erfüllt sind.

1. Öffnung der Haustüren oder jeder anderen Tür mit Gesichtserkennung.
2. LCD-Display Implementation.
3. Integration in dem Infotainment-System.
4. Licht neben der Kamera (Night Vision implementieren damit die Erkennung/Registrierung auch dann funktioniert, wenn es dunkel ist.)

2.2 Projektplanung

Unsere Big Picture ist unser erstes grobes Design, das die Lösungsskizze des Projekts beschreibt. Es gibt bestimmte Gründe, warum Big Picture und Structed Design verwendet wurden, um die Software zu beschreiben. Diese Methode ermöglicht eine sehr gute Darstellung und Beschreibung des Lösungswegs. Ist schnell und leicht zu machbar. Alles ist klar sichtbar und nicht kompliziert. Big Picture und Structed Design folgt das Top-Down Prinzip, das heißt die Funktionen werden hierarchisch zerlegt (Jede Funktion wird in die folgenden Ebenen detaillierter beschreibt).

Structed Design und Big Picture haben keine Begrenzung. Dort können eindeutig alle Funktionen, Schnittstellen, Signalen und Daten beschreibt werden, sodass von allem leicht zu verstehen ist. Sehen Sie auf Abb. 2.1

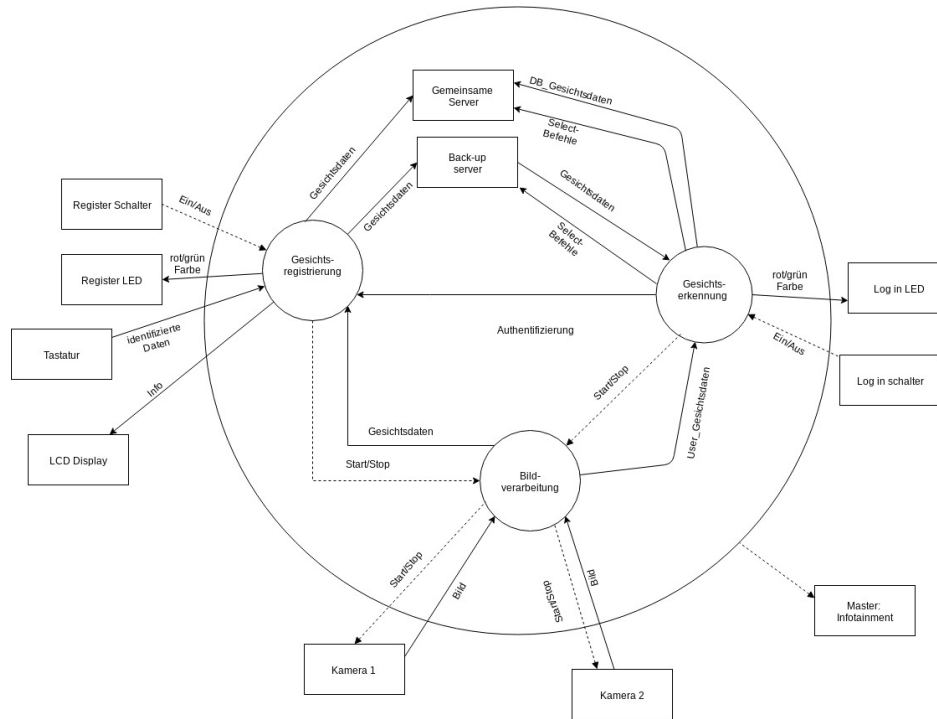


Abbildung 2.1: Big picture

2.3 Projektmanagementmethode

Als Projektplanmethode haben wir Scrum, eine agile Methode, gewählt, weil es die Möglichkeit bietet, komplexe Projekte mit einem kleinen Personenkreis zu verwalten. Scrum ist ideal für Software- bzw. Hardware-Entwicklungsteams, weil das Team während des Projekts verschiedene Änderungen an seinem Plan vornehmen muss. Aus diesem Grund ist es besser, tägliche Zielvorgaben zu haben und in einem kurzen Zeitraum von 1 bis 4 Wochen so genannte Sprints durchzuführen, bei denen das Ziel am Ende dieser Sprints ein Prototyp ist. Verschiedene Prototypen herzustellen und am Ende den richtigen auszuwählen, ist die beste Wahl für die Projektmanagementmethode zur Gesichtserkennung. Es gibt auch tägliche Pläne, in denen sich das Team zusammensetzt und entscheidet, was die Ziele für den Tag sind und was sie tun müssen. Sehen Sie auf Abb. 2.2

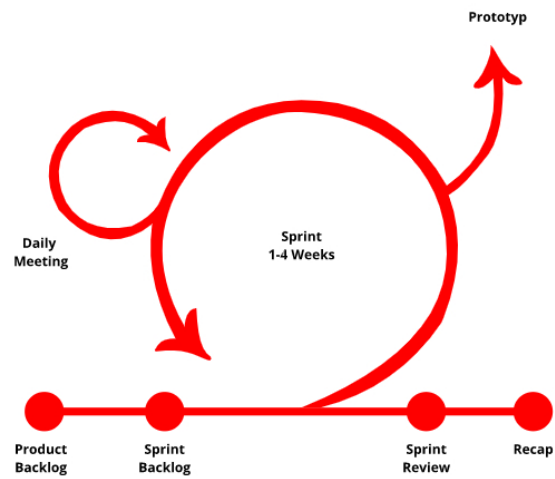


Abbildung 2.2: Scrum

Kapitel 3

Gesichtsregistrierung

3.1 Umsetzung

3.1.1 Allgemein

Sicherheit ist heutzutage hoch interessant und relevant in mehreren technischen und nicht technischen Bereichen. Sicherheit ist eigentlich relativ, niemand weißt, ob er sicher ist oder nicht. Aber es gibt Systeme, bzw. Geräte, Personen usw., die Sicherheit garantieren. Das System, das entwickelt wird, hat mit Gesichte der Personen zu tun. Alle wissen, dass das Gesicht für jede Person anders ist. Jede Person wird mit ihrem Gesicht identifiziert, weil es einzig ist. Das Gesicht hat Daten, die von verschiedenen Algorithmen herausgeholt werden können, und sie für Realisierung der Überprüfung und Identifizierung der Personen verwenden zu können. Das System ist in zwei Teile geteilt. Es gibt den Registrierungsteil und den Erkennungsteil. Bei dem Registrierungsteil wird die komplette Registrierung der Schüler und Schülerinnen, der Lehrer und Lehrerinnen. Es werden verschiedene Pakete gebraucht werden wie z.B. python-MySQLdb, numpy, build-essential, cmake, git, libgtk2.0-dev pkg-config, libavcodec-dev, libavformat-dev, libswscale-dev. Das Paket „python-MySQLdb“ ist eine Schnittstelle, das nur für Python gültig ist, und die Verbindung zwischen Python (Scripts, Programme) und dem Datenbank Management System ermöglicht. Dient als Verbinder zwischen Python und der Datenbank, die in MySQL integriert ist. Wir brauchen es, um Statements (Select,Insert,Update) in der Datenbank ausführen zu können. Das andere Paket namens „git“ ist für das System nicht notwendig, aber git könnte als eine Backup-Strategie verwendet, wenn das System abstürzt. Git ist ein Versionsverwaltungssystem, das verschiedene Versionen bzw. Commits auf einem Github-Server speichert. Auf dem Github-Server gibt dann verschiedene Versionen des Systems und die Daten werden von einem bestimmten Commit dann zurückgeholt. Es wird meistens bei der Implementierung-Phase verwendet, um die Veränderungen der Source-Code, wann geändert hat, wer geändert hat, deutlich zu sehen. Cmake Paket ist ein Paket, das gebraucht wird, wenn das System mit OpenCV-Framework arbeitet wird. Wenn das OpenCV-Framework in C++ Skripten verwendet wird, dann wird cmake so geschrieben und das build-Verzeichnis so kompiliert, damit die C++ Skripten das OpenCV-Framework verwenden können. Das gleiche passiert auch, wenn z.B. Python statt C++

verwendet wird. Die andere Pakete wie z.B. libgtk2.0-dev pkg-config, libavcodec-dev, libavformat-dev, libswscale-dev, sind nötige Paketen, damit das OpenCV-Framework eigentlich verwendet kann.

3.1.2 Technische Lösung

Das System besteht aus verschiedenen Terminatoren. Der wichtigste Terminator ist der "Register-Schalter". Er initialisiert das ganze Programm. Schalter in Technik ist nichts anders, nur ein Konnektor oder mit anderen Wörtern, eine Brücke. Wenn diese Brücke geöffnet ist, dann bekommt das System keinen Input und gibt keinen Output zurück. Wenn der Schalter gedrückt wird, bekommt das System einen Input, transformiert und gibt dann einen Output. Das System ist sehr einfach verwendbar. Das Register-LED dient als einen Anzeiger. Wenn mit dem System etwas schiefgeht, z.B. nicht richtige Inputdaten, dann wird mit einer bestimmten Farbe eingeleuchtet, mit rot. Wenn etwas passt, dann wird mit grün eingeleuchtet. Eigentlich das normale LED hat nur eine Farbe, aber es wird ein spezielles LED verwendet, namens RGB LED. RGB LED hat drei Grundfarben, rot, grün, blau, und mit diesen drei Farben kann man alle Farben erstellen. Es könnte auch zwei LEDs geben, rot und grün, aber es ist effektiver, ein RGB LED. Eine spezielle Eigenschaft des Systems ist die Verwendung einer Tastatur. Es wird verwendet, weil die einzelnen Personen ihren Namen, bzw. Email schreiben werden. Die andere spezielle Eigenschaft ist die Verwendung eines LCD-Screens. Da werden z.B. Errors gezeichnet, die Daten, die in Log gespeichert sind usw. Es ist leicht auch für den Benutzer zu sehen, dass z.B. ein Problem mit dem System hat, damit er nicht vor der Kamera 1 Stunde warten muss, damit er weiß, dass die Registrierungs-Phase nicht fertiggemacht wurde, usw. Eigentlich die Hauptfunktion des LCD-Screens ist, alles was der Benutzer mit der Tastatur schreibt, da gezeigt zu lassen. Warum es so geplant ist? Das Problem steht daran, wenn der Benutzer seine Email schreibt, dann kann er Fehler machen, weil er nicht sieht, was er schreibt. Und bei der Gesichtserkennung muss er noch einmal seine Email schreiben, aber werden nicht übereinstimmen, weil bei der Registrierung falsch getippt hat. Um es zu vermeiden, wird das LCD-Screen verwendet, damit der Benutzer sehen kann, was er schreibt. Damit die Personen mit ihren Infos irgendwo zu speichern, wird einen Server gebraucht. In diesem Server läuft ein Datenbank Management System, in dem eine Datenbank erstellt ist. Die Datenbank ist so konfiguriert, damit die Person mit ihren Infos gespeichert werden können. Um die Verbindung zwischen System und Server zu ermöglichen, wird das Paket „python-mysqldb“ verwendet. Dies Paket ist vorher erklärt. Anschließend gibt es ein Backup-Server. Die Daten werden parallel bei Server sowie bei Backup-Server gespeichert, damit die Daten noch gesichert sind, wenn der Server ein Problem hat. Die Verwendung des Backup-Servers ist zustande gekommen, weil das System 24/7 arbeiten muss, und wenn der Hauptserver Maintenance oder Probleme hat, der Backup-Server arbeiten kann. Auf dem Abb. können Sie in einem technischen Weg besser sehen, wie der Gesichtsregistrierung-Teil arbeitet. 3.1

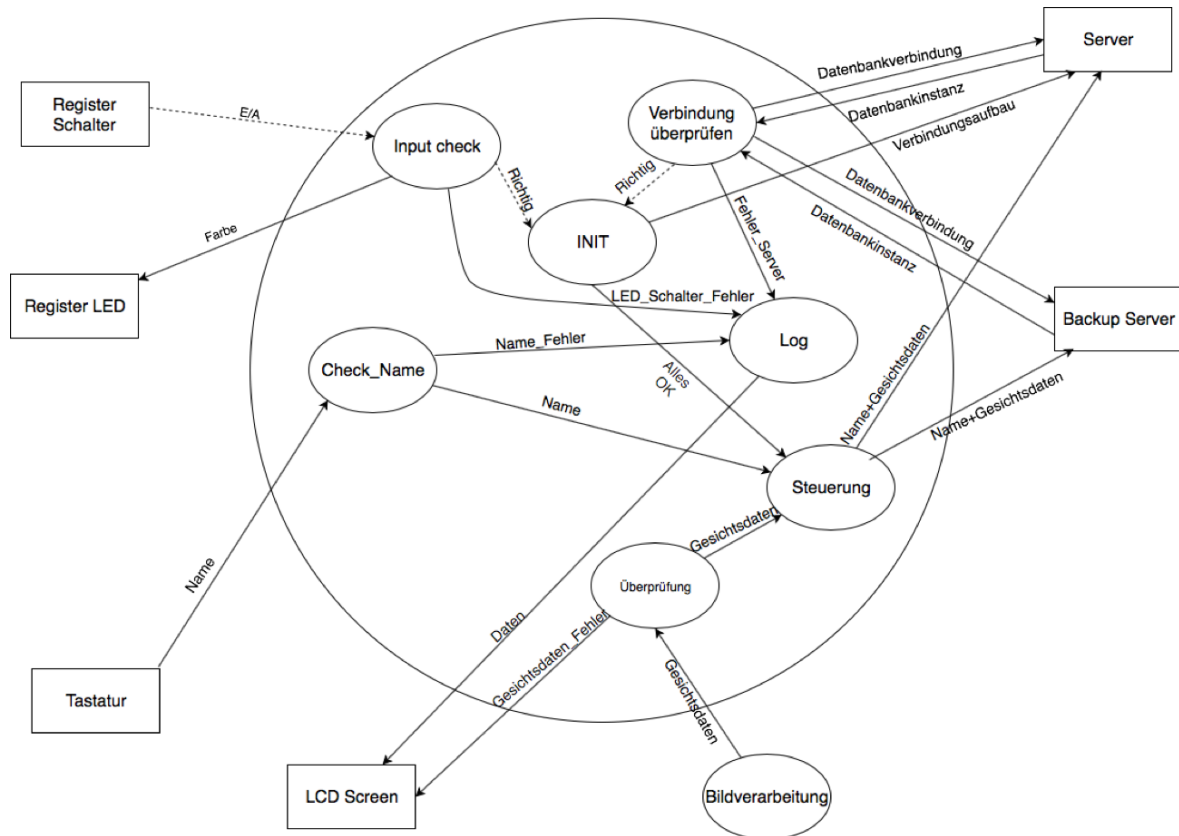


Abbildung 3.1: Structed Software Design bzw. erste Ebene

Um Schalter und LEDs im System verwenden zu können, brauchen wir ein spezielles Paket namens „RPi.GPIO“. Dieses Paket macht möglich, das Raspberry PI mit dem HW (LED und Schalter) verbinden zu können. Dafür werden GPIOs verwendet. Der Schalter hat 3 Beine. Ein wird mit 5V verbunden, das andere mit Ground und das andere ist für Daten. Dies dann wird mit einem GPIO-Port in Raspberry PI verbunden. Das gleiche ist auch für LED, damit wir es von Raspberry PI kontrollieren zu können, wird mit einem GPIO-Port verbunden. Jetzt mithilfe dieser GPIO-Ports bekommt das System zurück, wenn der Schalter gedrückt wird. Wert „1“ ist der Schalter gedrückt und werden dann die verschiedenen Skripten aufgerufen. Schritte:

1. Am Beginn des Skripts diese Zeile schreiben: „#!/usr/bin/python“. Es gibt zwei Gründe, warum diese Zeile geschrieben wird. Der erste Grund ist, dass dieses Programm mit einem Python-Interpreter ausgeführt wird, der zweite ist, Verwendung des Programmsuchpfads, um es zu finden.
2. Alle Paketen importieren. Sehen Sie auf Abb. ??

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
import os
import subprocess
import sys
```

Abbildung 3.2: Packages zu importieren im Main-Skript

3. GPIO-Ports direction einrichten. Direction für LED ist "out", weil das LED als ein Output für unseres System ist. Direction für Schalter ist
4. Dann kommt der Teil "Input check".

3.1.3 Herausforderungen

3.1.4 Qualitätssicherung und Controlling

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Implementierung

Kapitel 4

Vulcano

4.1 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 Kurdalæg, the smith of the Nart saga. Since the name in its normal form Kurdalæg 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]

4.2 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.

4.3 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 Vulturnalia 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 (Vulturnalia) 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

4.4 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. Nephele 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	Big picture	4
2.2	Scrum	5
3.1	Structed Software Design bzw. erste Ebene	7

Tabellenverzeichnis

Literatur