Template

Inhaltsverzeichnis

Über arc42

arc42, das Template zur Dokumentation von Software- und Systemarchitekturen.

Erstellt von Dr. Gernot Starke, Dr. Peter Hruschka und Mitwirkenden.

Template Revision: 7.0 DE (asciidoc-based), January 2017

Diese Version des Templates enthält Hilfen und Erläuterungen. Sie dient der Einarbeitung in arc42 sowie dem Verständnis der Konzepte. Für die Dokumentation eigener System verwenden Sie besser die *plain* Version.

1. Einführung und Ziele

Dieser Abschnitt führt in die Aufgabenstellung ein und skizziert die Ziele, die Apollo Auto verfolgt.

1.1. Aufgabenstellung

1.1.1. Was ist Apollo Auto?

Apollo ist eine hochleistungsfähige, flexible Architektur, die die Entwicklung, das Testen und den Einsatz von autonomen Fahrzeugen beschleunigt. Apollo Auto bietet unter Andrem Lösungen für Valet Parking, V2X-Kommunikation und intelligente Lichtsignalanlagen.

1.1.2. Wesentliche Features:

- Valet Parking
  - Software- und Hardware-Integrationslösung. Multifusionslösung bestand aus Fahrzeug, Cloud, HD-Karte und Parkplätzen
  - Bietet hochwertige Dienstleistungen, wie automatische Parkplatzerkennung und autonomes Parken, für Kunden.
- V2X-Kommunikation
  - Interaktionslösung für intelligente Fahrzeuginfrastruktur
  - Apollo V2X umfasst ein intelligentes Transportsystem für Fahrzeug Straßendatenerfassung und intelligente Verarbeitungsanalyse, Verkehrssicherheit und -effizienz
  - Wahrnehmung aller Verkehrsteilnehmer im Sichtfeld und die bereitgestellten straßenseitigen Sensorinformationen können für die Entscheidungsfindung beim autonomen Fahren auf hohem Niveau verwendet werden
  - Wahrnehmung von Verkehrteilnehmern ausserhalb des Sichtfeldes

- Bietet einen vollständigen, kontinuierlichen, multimodalen Datendienst mit niedriger Latenz für L4-Autopilot-Fahrzeuge, die in mehreren Szenarien getestet wurden
- Durch die permanente dynamische Erfassung von Verkehrsinformationen und die Cloud-Integration, wird eine weltweite optimale kollaborative Steuerungsfunktionen für Verkehrsteilnehmer und Verkehrsmanagement erreicht
    - Smart Traffic Signals
- Holographisches Wahrnehmen und Verstehen, basierend auf dem holografischen Wahrnehmungs- und Erkennungssystem
- Status von Fußgängern und Fahrzeugen auf jeder Fahrspur genau erkennen und die Leistung des aktuellen Verkehrsflusses wie Volumen, Warteschlangenlänge, Verspätungen usw.
- Vollständige raum-zeitliche Ableitung und Entscheidungsfindung
- Echtzeitsteuerung der gesamten Szene
- Reduzierung der durchschnittlichen Wartezeit um 20-30% während der Rush Hour
    - Robotaxi
- Die Robotaxis, die aus Chinas erstem werkseitig installierten L4-Passagier-Fahrzeug sind zur Zeit auf öffentlichen Straßen im Testbetrieb
- Sie werden in Kooperation von Baido und FAW an einer gemeinsamen Produktionsline hergstellt
    - Minibus
- Die Minibusse ermöglichen ebenfalls autonomes Fahren der Stufe 4
- Funktionen sind unter Anderem Hinderniserkennung und -vermeidung, zu einem Zielort Fahren und Kreuzungen überqueren

1.2. Qualitätsziele

Die folgende Tabelle beschreibt die zentralen Qualitätsziele von DokChess, wobei die Reihenfolge eine grobe Orientierung bezüglich der Wichtigkeit vorgibt.

Qualitätsziel	Motivation und Erläuterung
Zugängliches Beispiel (Analysierbarkeit)	Apollo Auto ist eine offene Plattform, daher ist es wichtig, dass sich neue Entwickler möglichst schnell in die Architektur, Entwurf und Implementierung einarbeiten können
Echzeitsteuerung von einzelnen Fahrzeugen und Verkehrströmen	Apollo Auto übernimmt zuverlässig und sicher die autonome Steuerung von Fashrzeugen auf Level 4
Echtzeit Umfelderkennung	Für die Steuerung von Fahrzeugen wird ein Modell des Umfelds benötigt. Aus den Sensoprdaten wird ein digitales Abbild des Fahrweges, von beweglichen und unbeweglichen Hindernissen und von Signalen geschaffen
Prediction	Um die Fahrsicherheit weiter zu erhöhen, wird auf die Sensor- und Zustandsdaten von anderen Verkehrsteilnehmern in Echtzeit zugegriffen

1.3. Stakeholder

Die folgende Tabelle stellt die Stakeholder von Apollo Auto und ihre jeweilige Intention dar.

Rolle	Interesse, Bezug
Softwarearchitekten	Wollen ein Gefühl bekommen, wie Architekturdokumentation für ein konkretes System aussehen kann. Möchten sich Dinge (z.B. Form, Notation) für Ihre tägliche Arbeit abgucken. Gewinnen Sicherheit für Ihre eigenen Projekte.
Entwickler	Nehmen Architekturaufgaben im Team wahr. Brauchen ein generelles Verständnis für die Architektur.
OEM & Lieferanten	Entwickeln neue Produkte auf Grundlage von Apollo Auto. Wollen Anregungen für eigene Produkte finden.
Gesetzgeber & Genehmigungsbehörden	Entwickeln einen gesetzlichen Rahmen zur Zulassung von fahrerlosen Fahrzeugen im öffentlichen Straßenverkehr. Etablieren Prüfvorschriften und Tests für Genehmigungsverfahren.
Universitäten	Entwickeln eigene Forschungsprojekte auf Grundlage von Apollo Auto. Wollen Anregungen für weitere Forschungsprojekte und studentische Arbeiten finden.
Studenten	Interessieren sich aufgrund ihres Studiums für die verschiedenen Aspekte einer Architekturdokumentation. Setzen eigene Projekte (z.B. Masterarbeit) zum Thema autonomes Fahren mit Apollo Auto um. Schreiben eine Architekturdokumentation zu Apollo Auto.

2. Randbedingungen

Beim Einsatz von Apollo sind verschiedene Randbedingungen zu beachten. Dieser Abschnitt stellt sie dar und erklärt auch – wo nötig – deren Motivation.

2.1. Technische Randbedingungen

- Für den Einsatz von Apollo Auto wird eine anspruchsvolle Hardwareausstattung benötigt. Eine Umsetzung mit einem marktüblichen Standard-Notebook allein ist nicht möglich.
- Es wird ein Fahrzeug benötigt, dass mit By-Wire-Systemen ausgestattet ist, zum Beispiel Brake-by-Wire, Steering-by-Wire, Throttle-by-Wire oder Shift-by-Wire (Apollo wird derzeit auf Lincoln MKZ getestet).
- Ein Rechner mit einem 4-Kern-Prozessor und mindestens 8 GB Speicher (16 GB für Apollo 3.5 und höher)
- Ubuntu 18.04
- Zusätzlich wird eine umfangreiche Sensorik benötigt die Bild- und Abstandsinformationen aus dem Umfeld aufnehmen
- Arbeitskenntnisse über Docker

2.2. Organisatorische Randbedingungen

Randbedingung	**Erläuterungen, Hintergrund**
github	*Quellcode ist über github verfügbar.*
Bereitstellung von Daten	*Alle Daten müssen in einem Format hochgeladen werden, das den Apollo-Datenspezifikationen entspricht.*
Speicherung von Daten	*Daten, die in China gesammelt wurden, dürfen nur auf Servern in China gespeichert werden. Daten, die in anderen Ländern und Regionen erhoben werden, unterliegen den Beschränkungen der Datenspeicherung, die durch die Gesetze der jeweiligen Länder festgelegt sind.*

Randbedingung	Erläuterungen, Hintergrund
Bereitstellung von Daten	*Als Initiator dieser Plattform stellt Baidu die Ausgangsdaten für diese Plattform bereit. Die Daten stehen allen Partnern dieser Plattform offen. Das Prinzip der fairen Daten stellt sicher, dass Partner mit größeren eigenen Beiträgen mehr Daten und Dienste von dieser Plattform erhalten.*
Datenschutz	*Jeder Partner kann seine eigenen Daten anzeigen und die Datenschutzeigenschaften der Daten als privat oder öffentlich festlegen. Die von Partnern hochgeladenen Daten gelten standardmäßig als privat.*
Endscheidungsführung	*Grundsätzlich handelt es sich bei Apollo Auto um eine offene Plattform. Allerdings wirde Baidu um die architektonische Integrität, die Systemzuverlässigkeit und die schnelle Entwicklung von Apollo zu gewährleisten, bei Bedarf wichtige Entscheidungen treffen, während die aktive Beteiligung der breiteren Gemeinschaft erhalten bleibt.*

2.3. Konventionen

Konvention	Erläuterungen, Hintergrund
Dokumentation	*Terminologie und Gliederung nach dem deutschen arc42-Template in der Version 6.0*
Kodierrichtlinien für C++	*C++ Coding Conventions von Sun/Oracle, geprüft mit Hilfe von CheckStyle*
Kodierrichtlinien für Python	*Python Coding Conventions von Sun/Oracle, geprüft mit Hilfe von CheckStyle*
Spezifische Datenformate und Frameworks für autonomes Fahren	*Verwendung etablierter Standards für autonomes Fahren. zum Beispiel sind alle Softwaremodule als ROS(Robot Operating System)-Knoten zu behandeln.*

3. Kontextabgrenzung

Dieser Abschnitt beschreibt das Umfeld von Apollo Auto. Für welche Benutzer ist es da, und mit welchen Fremdsystemen interagiert es?

3.1. Fachlicher Kontext

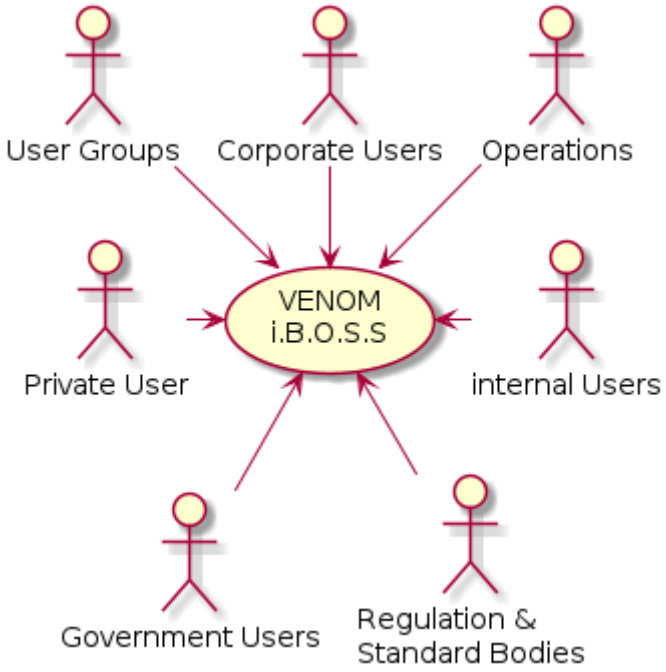


Abbildung 1. Benutzer und Benutzergruppen von VENOM

3.2. Technischer Kontext

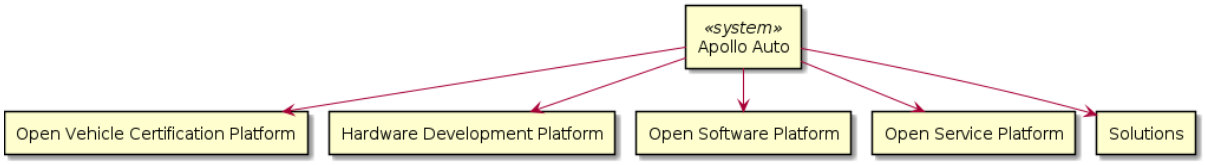


Abbildung 2. Technischer Kontext von Apollo Auto

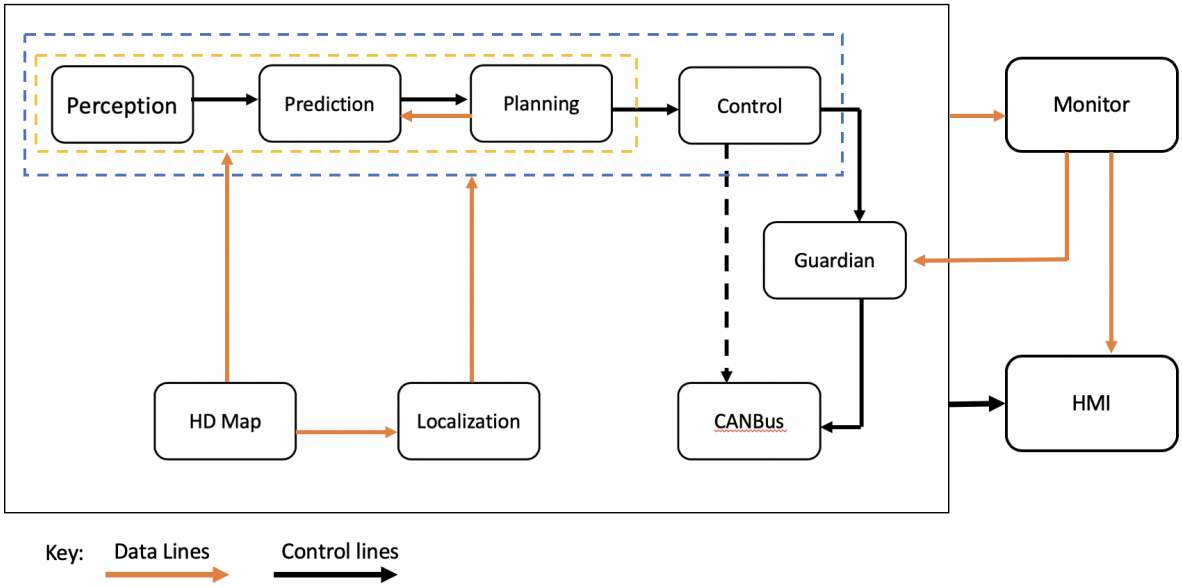
4. Lösungsstrategie

Dieser Abschnitt enthält einen stark verdichteten Architekturüberblick. Eine Gegenüberstellung der wichtigsten Ziele und Lösungsansätze.

5. Bausteinsicht

5.1. Whitebox Gesamtsystem

DokChess zerfällt wie in Bild unten dargestellt in vier Subsysteme. Die gestrichelten Pfeile stellen fachliche Abhängigkeiten der Subsysteme untereinander dar (“x → y” für “x ist abhängig von y”). Die Kästchen auf der Membran des Systems sind Interaktionspunkte mit Außenstehenden (→ 3.2 Kontextabgrenzung).



Subsystem Kurzbeschreibung XBoard-Protokoll Realisiert die Kommunikation mit einem Client mit Hilfe des XBoard-Protokolls. Spielregeln Beinhaltet die Schachregeln und kann z.B. zu einer Stellung alle gültigen Züge ermitteln. Engine Beinhaltet die Ermittlung eines nächsten Zuges ausgehend von einer Spielsituation. Eröffnung Stellt Züge aus der Eröffnungsliteratur zu einer Spielsituation bereit. Tabelle: Überblick über Subsysteme von DokChess

6. Laufzeitsicht

Diese Sicht visualisiert im Gegensatz zur statischen Bausteinsicht dynamische Aspekte. Wie spielen die Teile zusammen?

7. Verteilungssicht

Inhalt

Die Verteilungssicht beschreibt:

1. die technische Infrastruktur, auf der Ihr System ausgeführt wird, mit Infrastrukturelementen wie Standorten, Umgebungen, Rechnern, Prozessoren, Kanälen und Netztopologien sowie sonstigen Bestandteilen, und
2. die Abbildung von (Software-)Bausteinen auf diese Infrastruktur.

Häufig laufen Systeme in unterschiedlichen Umgebungen, beispielsweise Entwicklung-/Test- oder Produktionsumgebungen. In solchen Fällen sollten Sie alle relevanten Umgebungen aufzeigen.

Nutzen Sie die Verteilungssicht insbesondere dann, wenn Ihre Software auf mehr als einem Rechner, Prozessor, Server oder Container abläuft oder Sie Ihre Hardware sogar selbst konstruieren.

Aus Softwaresicht genügt es, auf die Aspekte zu achten, die für die Softwareverteilung relevant sind. Insbesondere bei der Hardwareentwicklung kann es notwendig sein, die Infrastruktur mit beliebigen Details zu beschreiben.

Motivation

Software läuft nicht ohne Infrastruktur. Diese zugrundeliegende Infrastruktur beeinflusst Ihr System und/oder querschnittliche Lösungskonzepte, daher müssen Sie diese Infrastruktur kennen.

Form

Das oberste Verteilungsdiagramm könnte bereits in Ihrem technischen Kontext enthalten sein, mit Ihrer Infrastruktur als EINE Blackbox. Jetzt zoomen Sie in diese Infrastruktur mit weiteren Verteilungsdiagrammen hinein:

- Die UML stellt mit Verteilungsdiagrammen (Deployment diagrams) eine Diagrammart zur Verfügung, um diese Sicht auszudrücken. Nutzen Sie diese, evtl. auch geschachtelt, wenn Ihre Verteilungsstruktur es

verlangt.

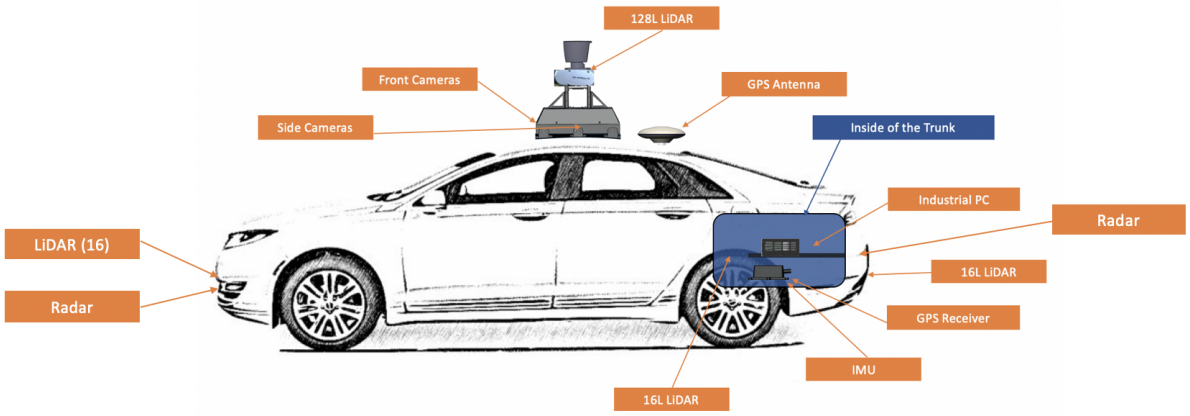
- Falls Ihre Infrastruktur-Stakeholder andere Diagrammarten bevorzugen, die beispielsweise Prozessoren und Kanäle zeigen, sind diese hier ebenfalls einsetzbar.

7.1. Infrastruktur Ebene 1

An dieser Stelle beschreiben Sie (als Kombination von Diagrammen mit Tabellen oder Texten):

- die Verteilung des Gesamtsystems auf mehrere Standorte, Umgebungen, Rechner, Prozessoren o. Ä., sowie die physischen Verbindungskanäle zwischen diesen,
- wichtige Begründungen für diese Verteilungsstruktur,
- Qualitäts- und/oder Leistungsmerkmale dieser Infrastruktur,
- Zuordnung von Softwareartefakten zu Bestandteilen der Infrastruktur

Für mehrere Umgebungen oder alternative Deployments kopieren Sie diesen Teil von arc42 für alle wichtigen Umgebungen/Varianten.



Begründung

<Erläuternder Text>

Qualitäts- und/oder Leistungsmerkmale

<Erläuternder Text>

Zuordnung von Bausteinen zu Infrastruktur

<Beschreibung der Zuordnung>

7.2. Infrastruktur Ebene 2

An dieser Stelle können Sie den inneren Aufbau (einiger) Infrastrukturelemente aus Ebene 1 beschreiben.

Für jedes Infrastrukturelement kopieren Sie die Struktur aus Ebene 1.

7.2.1. *<Infrastrukturelement 1>*

<Diagramm + Erläuterungen>

7.2.2. *<Infrastrukturelement 2>*

<Diagramm + Erläuterungen>

...

7.2.3. *<Infrastrukturelement n>*

<Diagramm + Erläuterungen>

8. Querschnittliche Konzepte

Dieser Abschnitt beschreibt allgemeine Strukturen und Aspekte, die systemweit gelten. Darüber hinaus stellt er verschiedene technische Lösungskonzepte vor.

Inhalt

Dieser Abschnitt beschreibt übergreifende, prinzipielle Regelungen und Lösungsansätze, die an mehreren Stellen (=*querschnittlich*) relevant sind.

Solche Konzepte betreffen oft mehrere Bausteine. Dazu können vielerlei Themen gehören, beispielsweise:

- fachliche Modelle,
- eingesetzte Architektur- oder Entwurfsmuster,
- Regeln für den konkreten Einsatz von Technologien,
- prinzipielle — meist technische — Festlegungen übergreifender Art,
- Implementierungsregeln

Motivation

Konzepte bilden die Grundlage für *konzeptionelle Integrität* (Konsistenz, Homogenität) der Architektur und damit eine wesentliche Grundlage für die innere Qualität Ihrer Systeme.

Manche dieser Themen lassen sich nur schwer als Baustein in der Architektur unterbringen (z.B. das Thema „Sicherheit“). Hier ist der Platz im Template, wo Sie derartige Themen geschlossen behandeln können.

Form

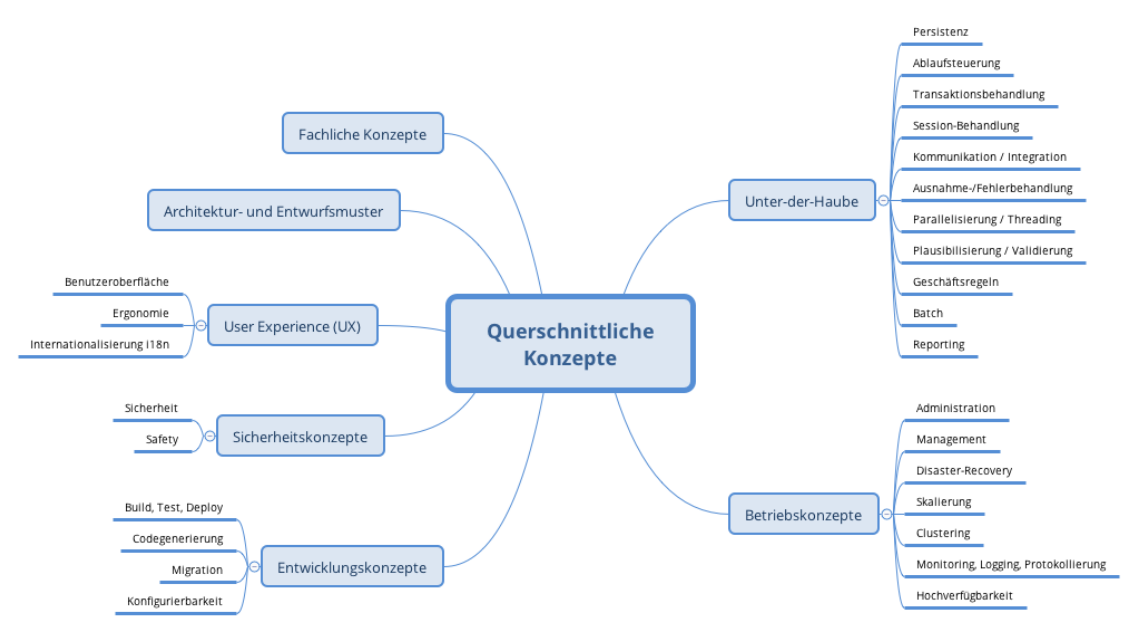
Kann vielfältig sein:

- Konzeptpapiere mit beliebiger Gliederung,
- übergreifende Modelle/Szenarien mit Notationen, die Sie auch in den Architektursichten nutzen,
- beispielhafte Implementierung speziell für technische Konzepte,
- Verweise auf „übliche“ Nutzung von Standard-Frameworks (beispielsweise die Nutzung von Hibernate als Object/Relational Mapper).

Struktur

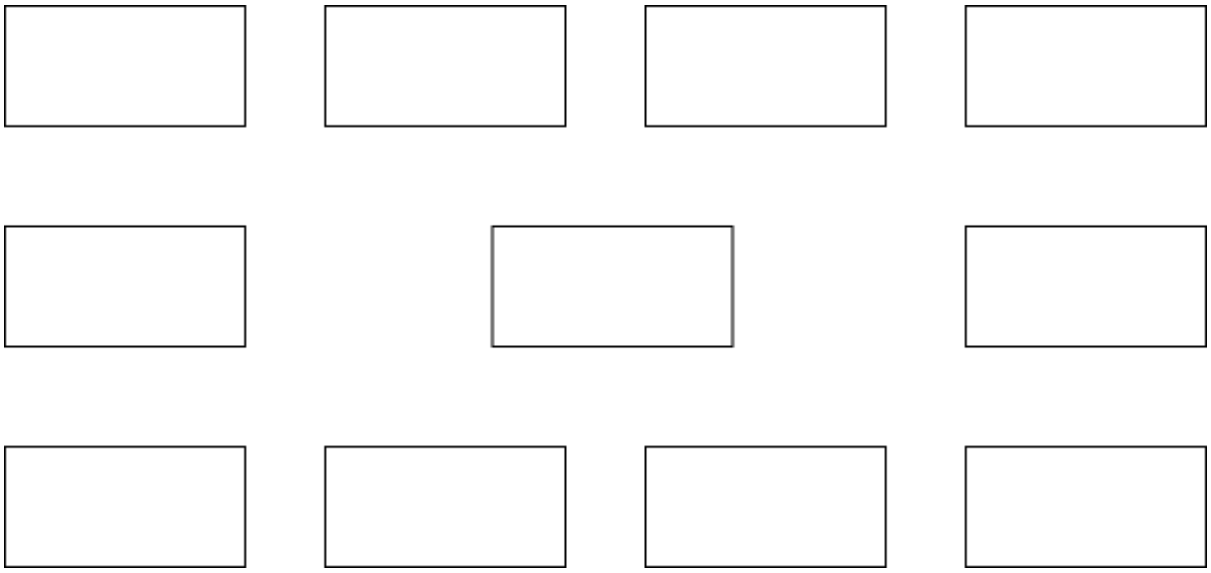
Eine mögliche (nicht aber notwendige!) Untergliederung dieses Abschnittes könnte wie folgt aussehen (wobei die Zuordnung von Themen zu den Gruppen nicht immer eindeutig ist)

- Fachliche Konzepte
- User Experience (UX)
- Sicherheitskonzepte (Safety und Security)
- Architektur- und Entwurfsmuster
- Unter-der-Haube
- Entwicklungskonzepte
- Betriebskonzepte



8.1. *<Konzept 1>*

<Erklärung>



8.2. *<Konzept 2>*

<Erklärung>

...

8.3. *<Konzept n>*

<Erklärung>

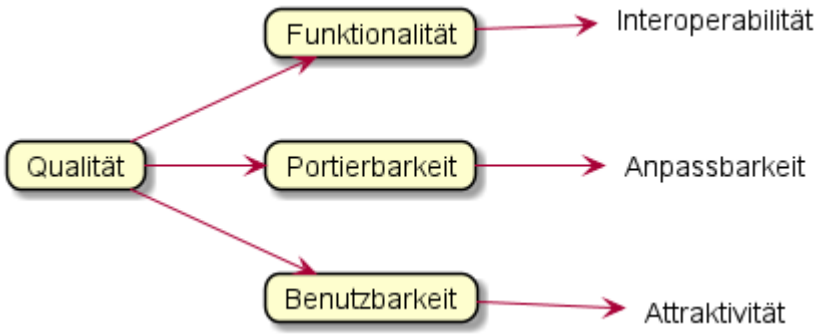
9. Entwurfsentscheidungen

10. Qualitätsanforderungen

Dieser Abschnitt beinhaltet konkrete Qualitätsszenarien, welche die zentralen Qualitätsziele, aber auch andere geforderte Qualitätseigenschaften besser fassen. Sie ermöglichen es, Entscheidungsoptionen zu bewerten.

10.1. Qualitätsbaum

Das folgende Bild gibt einen Überblick über die relevanten Qualitätsmerkmale und den ihnen jeweils zugeordneten Szenarien.



10.2. Qualitätsszenarien

11. Risiken und technische Schulden

Die folgenden Risiken wurden zu Beginn des Vorhabens identifiziert. Sie beeinflussten die Planung der ersten drei Iterationen maßgeblich. Seit Abschluss der dritten Iteration werden sie beherrscht. Dieser Architekturüberblick zeigt die Risiken inklusive der damaligen Eventualfallplanung weiterhin, wegen ihres großen Einflusses auf die Lösung.

Inhalt

Eine nach Prioritäten geordnete Liste der erkannten Architekturrisiken und/oder technischen Schulden.

Motivation

> Risikomanagement ist Projektmanagement für Erwachsene.
>
> — Tim Lister, Atlantic Systems Guild

Unter diesem Motto sollten Sie Architekturrisiken und/oder technische Schulden gezielt ermitteln, bewerten und Ihren Management-Stakeholdern (z.B. Projektleitung, Product-Owner) transparent machen.

Form

Liste oder Tabelle von Risiken und/oder technischen Schulden, eventuell mit vorgeschlagenen Maßnahmen zur Risikovermeidung, Risikominimierung oder dem Abbau der technischen Schulden.

12. Glossar

Das folgende Glossar erklärt Begriffe aus dem Bereich Autonomes Fahren.

Begriff	Definition
By-Wire	*Bezeichnung für (zumindest partielles) Fahren oder Steuern von Fahrzeugen ohne mechanische Kraftübertragung der Bedienelemente zu den entsprechenden Stellelementen wie etwa Drosselklappen. Das By-Wire-Konzept umfasst dabei zumindest zwei oder mehr der „X-by-Wire“- Systeme wie etwa Brake-by-Wire (Bremssteuerung) und Steer-by-Wire (Lenkung)..*
LIDAR	*ist eine dem Radar verwandte Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung sowie zur Fernmessung. Statt der Radiowellen wie beim Radar werden Laserstrahlen verwendet.*
RADAR	*ist die Bezeichnung für verschiedene Erkennungs- und Ortungsverfahren und -geräte auf der Basis elektromagnetischer Wellen im Radiofrequenzbereich (Funkwellen).*

13. Anhang

13.1. Apollo

13.2. Arc42

- die Dokumentation muss bereits zu Beginn der Arbeiten an der Architektur/am Quellcode erfolgen um stets den aktuellen Stand abbilden zu können.
- die Dokumentation soll mit dem Projekt wachsen!
- die nachträgliche Dokumentation ist eine Sysiphusarbeit
  - Beispiel:
    - Diagramme in der Laufzeitsicht sind effizienter zu gestalten während ein Modul im Entstehen ist. Änderungen können mit jeder Entwicklungsstufe eingepflegt werden.
    - Ein fertiges Modul in ein Diagramm zu überführen erfordert viel Zeit, da alle beteiligten Module und deren Funktionsweise erst identifiziert werden müssen.

13.3. docToolChain

- plantUML ist zwar bei sehr einfachen Diagrammen eine Erleichterung, kommt aber an beispielsweise draw.io oder tikz (in Latex) nicht heran wenn es um komplexe und detailierte Diagramme geht
  - teilweise werden bei der inline-Erstellung bei plantUML Diagrammeinstellungen nicht übernommen
- Schriftgrößen sind nicht einstellbar, was an manchen Stellen - z.B Tabellen nötig gewesen wäre
- Ansonsten ist docToolChain eine interessante Alternative, besonders in Bezug auf den CI-Task in github.
  - damit nicht bei jedem Commit die Dokumentation neu erstellt wird,

bietet github die Möglichkeit über Commitnachrichten, z.B "[no ci]" oder "[skip ci]" den CI-Task auszusetzen. Hier wäre es sinnvoller über Commitnachrichten explizit die Generierung zu starten.