

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim

Projektbericht

Commeatus AG - Verkehrsüberwachung

Studiengang Wirtschaftsinformatik

Studienrichtung Data Science

Verfasser:

Andreas Dichter, Can Berkil, Michael Rainko,
Moritz Müller und Simon Schmid

Matrikelnummer:

6104795, 9917195, 2966851,
6681465, 2087362

Kurs:

WWI19DSB

Vorlesung:

Projektrealisierung

Dozent:

Kamyar Mansoori

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Abkürzungsverzeichnis	iv
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung	2
2 Projektteam	3
3 Statusupdate 10.06.	4
3.1 Aufwandsschätzung	4
3.2 SWOT Analyse	5
3.3 SLA	7
3.4 Zielgruppenanalyse	7
3.5 Persona	9
4 Statusupdate 24.06.	12
4.1 Use Cases	13
4.2 Datengrundlage	14
4.3 Datenmodellierung	15
4.4 Entity Relationship Model	16
5 Statusupdate 01.07.	18
5.1 Prototyp	18
6 Statusupdate 08.07.	20
6.1 Beta	20
7 Hindernisse in der Umsetzung	22
7.1 Datenakquise	22
7.2 Datenqualität und Umfang	23
7.3 Arbeitsteilung	24
8 Finales Produkt	25
9 Reflexion und Ausblick	27
9.1 Reflexion	27

9.2 Ausblick	27
Anhang	
A Anhang	28

Abbildungsverzeichnis

1.1	Commeatus AG Logo	1
1.2	Verkehrsoptimierung Beispiel	2
2.1	Commeatus AG Projektteam	3
3.1	Bottom-Up & Expertenschätzung	5
3.2	SWOT Analyse	7
3.3	Überblick Zielgruppenanalyse	10
3.4	Commeatus AG Logo	10
4.1	Analyse-Adoptions-Kreislauf	13
4.2	Effekte einer intelligenten Ampelsteuerung	14
4.3	Optimale Routenplanung innerhalb einer Navigationsapp	14

Abkürzungsverzeichnis

ERM Entity Relationship Modell

KI Künstliche Intelligenz

ML Maschinelles Lernen

1 Einleitung

Wahrscheinlich kennt jede Person die aktiv am Straßenverkehr teilnimmt, folgendes Szenario. Die Straßen sind gerade zu Stoßzeiten bzw. gegen Ende der Arbeitszeit immer stark von anderen Verkehrsteilnehmer überfüllt. So kommt es dazu, dass sich vor allem vor oder hinter den Ampeln viele Fahrzeuge im Verlauf der Zeit anstauen, was sich negativ auf den Aspekt der Wartezeiten auswirkt.

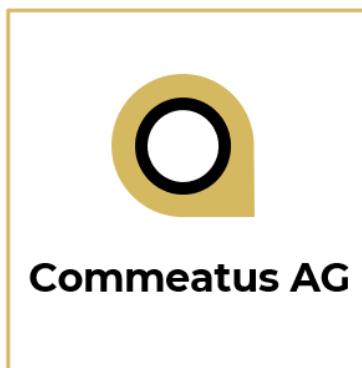


Abbildung 1.1: Commeatus AG Logo

Dadurch tritt häufig der Fall auf, dass Arbeiter später zu wichtigen geschäftlichen Terminen erscheinen, wodurch nicht nur Zeit, sondern auch viel Geld involvierte Geschäfte verzögert werden. Dieses Problem ist auf die gegenläufige Ampelschaltung zurückzuführen, die noch nicht optimal auf den aktuellen Verkehrszustand angepasst werden kann. Allerdings leiden durch die Entstehungen des stockenden Verkehrs nicht nur die Verkehrsteilnehmer, sondern auch die Umwelt wird durch die Austöße der Kohlenstoffdioxidmengen, die vonseiten der stehenden Autos abgegeben werden, enorm belastet. Die Commeatus AG, welche es sich als Aufgabe genommen hat eine intelligente Verkehrsoptimierung umzusetzen, ist ein neues Start-Up Unternehmen, das im Jahre 2022 gegründet wurde. Mit ihrem Slogan **Alle Wege führen nach Rom... Dank Uns!** gibt das Unternehmen die Richtung an inwiefern sie den aktiven Teilnehmern des Straßenverkehrs helfen wollen. Dabei nutzen sie ihr Fachwissen in Bereichen wie Machine Learning, Data Analysis und dem Verkehr, um so einen Lösungsansatz für das beschriebene Problem zu entwickeln bzw. zu integrieren. Hierbei finden die neusten technologischen Methoden wie aus der KI oder der Data Analysis eine Anwendung, um das bestmögliche Produkt zu realisieren.

1.1 Zielsetzung

Das Ziel, welche sich die Commeatus AG mit ihrem jüngsten Projekt gesetzt hat, ist, dass sie mithilfe von den neusten Technologien eine Verkehrsoptimierung implementieren wollen. Die Implementierung einer optimierten Ampelschaltung soll dabei den Zweck erfüllen, dass sich bei einem anbahnenden Stau die Ampel automatisch so geschaltet wird, dass Verkehrsteilnehmer nicht mehr mit langen Wartezeiten rechnen müssen.

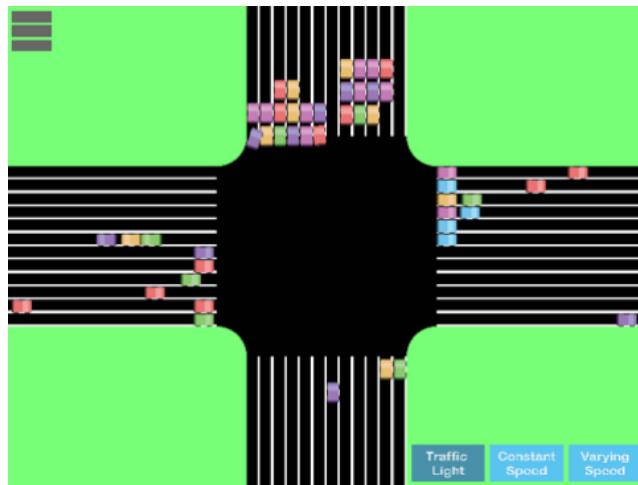


Abbildung 1.2: Verkehrsoptimierung Beispiel

Dabei sollen der Commeatus AG KI gestützte Analysen, welche auf Basis von historischen Daten verhelfen, die zuvor dem Unternehmen bereit gestellt wurden, Vorhersagen über zukünftige Ereignisse treffen zu können. Das Ziel dieses Prozesses ist dabei, dass auf der Grundlage der Prognosen über die Stockungen eine Überlastung auf den Straßen vermieden werden soll. Auf diese Weise sollen die Problematiken im Bezug auf den Aspekten wie Kosten oder Zeit in naher Zukunft reduziert werden. Wodurch viele aktive Verkehrsteilnehmer profitieren würden. Neben den persönlichen Vorteilen, die sich für die Menschen ergeben würden, möchte die Commeatus AG auch dafür sorgen, dass ihr Projekt die Umweltbedingungen mit verbessert. Denn durch die bessere Steuerungen wird ebenfalls der Zweck verfolgt, die zusätzlichen Abgasausstoße die von den haltenden Fahrzeugen erzeugt werden, zurück zu schrauben. Wodurch ein Beitrag zum Umweltschutz bzw. Tierschutz geleistet wird. Zusammengefasst beschränkt sich die Commeatus AG nicht nur auf ein ökonomisches Ziel, sondern verfolgt zusätzlich auch noch ein ökologisches Ziel.

2 Projektteam

Das Projektteam der Commeatus AG setzt sich aus einem sehr jungen und fachspezifischem Team zusammen. Insgesamt besteht das Projektteam aus 5 Teammitgliedern (siehe Abbildung 2.1), welche alle eine spezifische Rollen innerhalb des Projektzykluses übernehmen. An der höchsten Position der Hierarchie befindet sich der Projektmanager Simon Schmid.

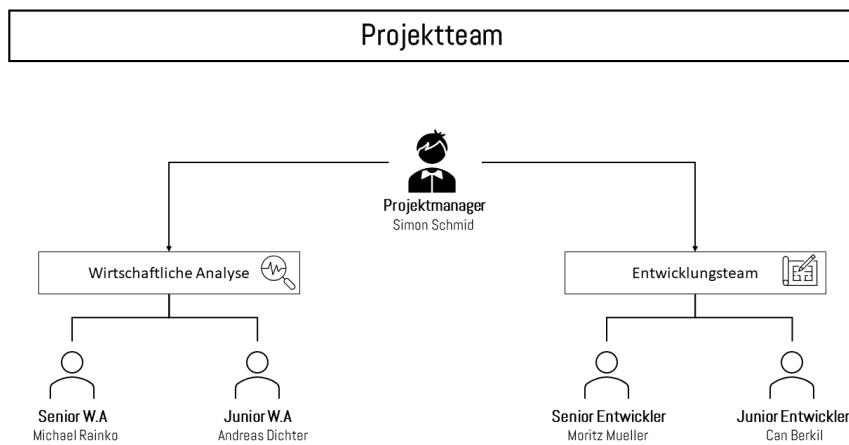


Abbildung 2.1: Commeatus AG Projektteam

Seine Aufgabe ist es das Projekt zu leiten und vor allem mit den Mitarbeitern zu kommunizieren. Dazu zählen vor allem Aspekte wie ein wöchentliches Teamupdate um sich die neusten Eindrücke einzuholen oder Besprechungen bezüglich bevorstehender Herausforderungen. Die anderen 4 Mitglieder sind jeweils in zwei verschiedene Abteilungen eingeteilt und zwar einem die Wirtschaftliche Analyse und zum anderen das Entwicklungsteam. Im Bereich der Wirtschaftlichen Analyse sind Michael Rainko (Senior) und Andreas Dichter (Junior) tätig, welche sich mit genauer mit den wirtschaftlichen Faktoren beschäftigen. Im Entwicklungsteam befinden sich Moritz Müller der die Rolle als Senior Entwickler übernimmt und der Junior Entwickler Can Berkil. Diese haben die Aufgabe die technischen Grundlagen für das Projekt zu schaffen, womit letztendlich die Verkehrsoptimierung mithilfe von Machine Learning etc. umgesetzt werden soll. Durch die klare Aufteilung des Teams sind die Aufgaben eindeutig zugeordnet, wodurch es zu einer besseren Zusammenarbeit und einer Vermeidung von unnötiger Arbeit kommt.

3 Statusupdate 10.06.

Das Projektupdate vom 10.06.2022 markiert das erfolgreiche Abschließen des ersten Meilensteines. Die grundlegenden wirtschaftlichen Analysen konnten bereits abgeschlossen werden, was einer exakten Einhaltung der Zeitplanung entspricht.

Die persönliche Stimmung des Projektteams ist aufgrund einer tadellosen Kommunikation, Absprache und Zusammenarbeit in wöchentlichen Online-Meetings durchweg positiv bewertet. Außerterminliche Absprachen können durch eine hohe Flexibilität des Projektteams zeitnah umgesetzt werden, um weiterhin den Zeitplan voll zu erfüllen.

Zudem wurde bereits für die Akquirierung eines Datensatzes Kontakt zum Urban Institute in Darmstadt aufgenommen.

Für eine bessere zeitliche Übersicht wurde sofort zu Beginn der Projektarbeit ein Excel-Tool erstellt, welches auf Grundlage einer Expertenschätzung mit anschließender Aufwandschätzung nach dem Bottom-Up Prinzip, eine detaillierte Übersicht der Aufgabenpakete mit Teilaufgaben auflistet. Über eine angebundene Grafik werden Zwischenschritte und Meilensteine farblich markiert und hervorgehoben. Das Excel-Tool wird für ein breiteres Verständnis vom Projektteam der Abgabe beigegeben.

Die wirtschaftliche Analyse bezieht sich auf die Commeatus AG und liefert Erkenntnisse zu betriebsinneren Sachverhalten, rechtlichen Aspekten und der Zielgruppe des Produktes. Hierfür wird auf die Instrumente der Aufwandsschätzung, SWOT-Analyse, Zielgruppenanalyse und Definition der abgezielten Persona zurückgegriffen.

3.1 Aufwandsschätzung

Die Aufwandsschätzung wird in die zwei Abschnitte Expertenschätzung und der Bottom-Up Methode untergliedert. Das Ziel ist hierbei, eine fundierte Grundlage zur Abschätzung des Aufwands von Arbeitspaketen und Teilaufgaben zu ermitteln, worauf eine erfolgreiche monetäre und zeitliche Planung erfolgen kann.

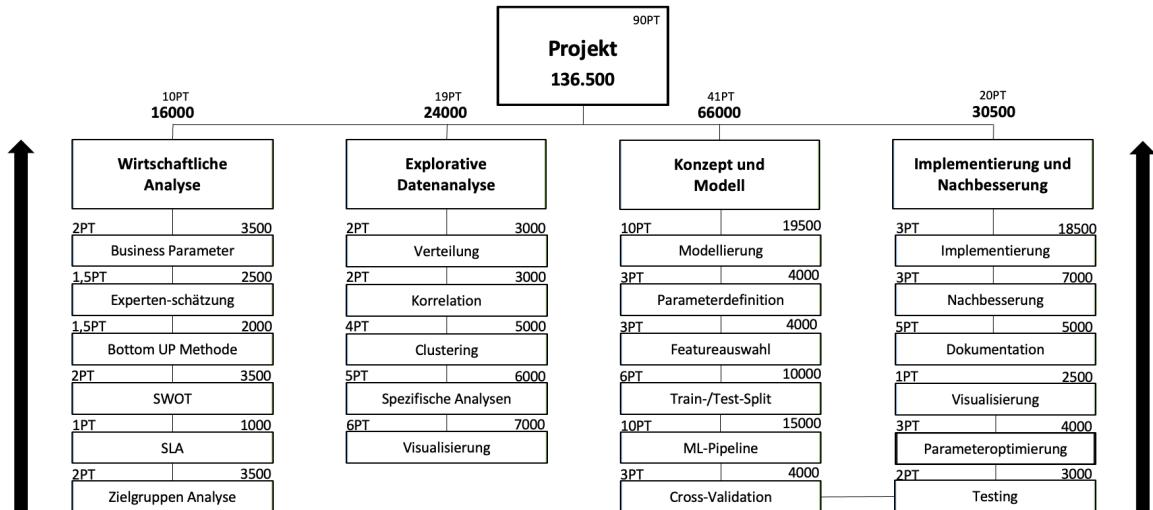


Abbildung 3.1: Bottom-Up & Expertenschätzung

Die Durchführung der Expertenschätzung und Bottom-Up Methode führten zu dem Ergebnis, dass für die Durchführung des Projekts 90 Personentage, sowie ein Budget von 136.500€ :

3.2 SWOT Analyse

Die SWOT Analyse ist ein Instrument zur strategischen Planung eines Unternehmens. Dabei werden unternehmensinterne und -externe Merkmale gegenübergestellt. Die Analyse ist in vier Gebiete aufgeteilt. Sie besteht aus Stärken (engl. Strengths), Schwächen (engl. Weaknesses), Chancen (engl. Opportunities) und Risiken (engl. Threats). Aus den Anfangsbuchstaben dieser vier englischen Begriffen leitet sich der Name SWOT ab.

Im Folgenden wird dokumentiert, wie diese Analyse auf das hiesige Projekt vor dem Statusupdate am 10.06. angewendet worden ist.

Strengths

Die interne Stärke die sich positiv auf das Projekt auswirken könnte ist primär der Expertise des Projektteams. Es kann bereits ein breites Portfolio an Projekten aus den Bereichen Maschinelles Lernen (ML) und Künstliche Intelligenz (KI) vorgewiesen werden. Diese Fähigkeiten werden die Umsetzung der Unternehmensziele hinreichend unterstützen. Eine

weitere Stärke ist darüber hinaus die bereits abgeschlossene Konzeptentwicklung. Diese ermöglicht einen Rahmen an dem sich während des Projektes entlanggehängelt werden kann.

Weaknesses

Dieses Projekt hat auch Schwächen mit denen das Unternehmen umgehen muss. Ein Problem ist, dass das Ergebnis nicht bei der breiten Masse sichtbar ist, da sich diese zwar über einen flüssigen Verkehr freut, doch nicht wissen wer oder was dafür verantwortlich ist. Somit ist es schwer die Unternehmenspopularität zu steigern. Aus diesem Grund ist auch die Neukundengewinnung eher als schwer einzuordnen.

Eine weitere Schwäche bezieht sich auf die Datenakquise. Da das Unternehmen noch sehr jung ist hat es nicht die finanziellen Mittel eigene Daten für das Training der Modelle zu gewinnen. Es muss sich demnach auf externe Datenquellen verlassen werden.

Opportunities

Der erfolgreiche Abschluss des Projektes könnte eine beteunde Referenz für die Commeatus AG bedeuten. Somit würde dies einigen beschriebenen Schwächen entgegenwirken. Das Unternehmen könnte sich am Markt etablieren und von weiteren Städten engagiert werden. Durch die dadurch gewonnen finanziellen Mittel könnten eigene physische Geräte zur Verkehrsanalyse erworben werden, um unabhängiger von externen Datenquellen zu sein. Eine weitere Chance wäre die Entwicklung einer Navigationsapp für Endkunden, um das Portfolio zu erweitern und die Sichtbarkeit des Unternehmens in der breiten Maße weiter zu erhöhen.

Threats

Die Umsetzung des hiesigen Projektes sind mit zwei primären Risiken verbunden. Das primäre Risiko bezieht sich dabei auf die Notwendigkeit des externen Datenbezugs. Falls diese eine geringe Qualität aufweisen könnte dies den Erfolg des Projektes gefährden.

Ein weiteres Risiko liegt in der physischen Implementierung. Hier ist noch nicht sicher, wie und ob dies möglich ist.

S trengths	W eaknesses
Konzepterstellung ML & KI Expertise	Neukundengewinnung, aufgrund des geringen Nachfragevolumens Fehlende Möglichkeiten zur selbstständigen Datengewinnung Ergebnis ist bei der breiten Masse nicht sichtbar
O pportunities	T hreats
Jedes abgeschlossene Projekt ist bedeutende Referenz Eigene physische Geräte zur Verkehrsanalyse, um unabhängiger von bereitgestellten Daten zu werden Navigationsapp für Endkunden erweitert das Portfolio und erhöht die Sichtbarkeit des Unternehmens	Geringe Datenqualität Probleme bei der Implementierung auf physischer Ebene

Abbildung 3.2: SWOT Analyse

3.3 SLA

Das Service Level Agreement (SLA) ist eine vertragliche Vereinbarung zwischen Provider oder Dienstleister und einem Kunden, die dokumentiert, welche Dienstleistungen der Anbieter erbringen wird, und die Dienstleistungsstandards definiert, zu deren Einhaltung der Anbieter verpflichtet ist.

Gegenstand der Vereinbarung sind z.B. die Verfügbarkeit des Dienstes und deren Messung, Reaktionszeiten des Providers im Falle eines Incidents, ein Incident-Service, welcher Vorfälle nach ihrer Kritikalität einordnet und abarbeitet, und ein Change-Service, welche festlegt, wann und wie Updates für den Service oder Dienst stattfinden. Der genaue Inhalt und Umfang des SLAs variiert je nach Provider und Zahlungsbereitschaft des Kunden.

Im Anhang ist das SLA der Commeatus AG abgebildet. Neben den o.g. Gegenständen des Vertrages sind darüber hinaus die Desaster Recovery, Vergütung und Verantwortlichkeiten wichtige Bestandteile.

3.4 Zielgruppenanalyse

Die Zielgruppenanalyse ist ein Werkzeug für unternehmerische Marktanalyse. Durch die Durchführung dessen konnte die Commeatus AG ein tieferes Verständnis für die Zielgruppe ihres Produktes erlangen. Dies kann in Zukunft beispielsweise für die Entwicklung einer

gezielten Marketingstrategie verwendet werden.

Die Analyse ist in die Untersuchung der demographischen, sozioökonomischen und psychografischen Merkmale, sowie dem Kaufverhalten der Zielgruppe aufgeteilt. Die Ergebnisse dessen werden in den folgenden Absätzen dokumentiert.

Demographische Merkmale

Die Zielgruppe der Commeatus AG bezieht sich speziell auf volljährige Personen, denn die Nutzung ihrer Produkt bedingt die Verfügung über einen Führerschein. Unter gewissen Umständen kann dieser zwar auch früher erlangt werden, doch der Großteil der Zielgruppe ist mindestens achtzehn Jahre alt. Aus diesem Grund wird diese Zahl dokumentiert.

Beim Geschlecht kann keine Priorisierung festgelegt werden. Alle Geschlechter beteiligen sich gleichermaßen am Verkehr. Demnach ist dieses demographische Merkmal für die hiesige Analyse irrelevant.

Gleiches gilt für das Attribut Familienstand. Hier kann nicht differenziert werden, da alle Ausprägungen dieses Merkmals ebenfalls gleichermaßen am Verkehr teilnehmen. Der Wohnort der Zielgruppe beschränkt sich überwiegend auf Menschen im Anwendungsgebiet (in diesem Fall Darmstadt). Jedoch ist das Projekt in gewissem Maße auch für Personen außerhalb von Darmstadt relevant, da auch diese durch die Straßen Darmstadts fahren. Der Fokus liegt demnach auf den Einwohnern Darmstadts doch der Umkreis sollte auch mit einbezogen werden.

Sozioökonomische Merkmale

Die sozioökonomischen Merkmale können für diese Zielgruppenanalyse größten Teils ignoriert werden. Für die Teilnahme im Verkehr spielt weder das Bildungsniveau, noch die Berufsgruppe eine hinreichend relevante Rolle. Auch bei dem Einkommen ist nicht stark zu differenzieren. Dennoch ist hier festzustellen, dass eine gewisse Gehaltsklasse für die Teilnahme am Verkehr vorauszusetzen ist. Dies schließt jedoch den Großteil der Menschen ein und ist somit ebenfalls irrelevant.

Psychografische Merkmale

Die psychografischen Merkmale lassen sich primär in drei Unterpunkte gliedern: Motivation, allgemeines Meinungsbild und Werte. Die Motivation ist es pünktlich am Zielort anzukommen. Grund für diese Motivation sind unter anderem allgemeine Werte, wie Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit.

Auch die allgemeine Meinung, dass Verzögerungen im Verkehr möglichst zu vermeiden sind, um die obigen Punkte zu gewährleisten, ist zu berücksichtigen.

Ein weiterer sehr wichtiger Punkt ist der Umweltschutz. Durch die Vermeidung von Staus und den daraus resultierenden flüssigen Verkehr kann der allgemeine Kraftstoffverbrauch verringert werden. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Umwelt aus.

Kaufverhalten

Bei der Verkehrsteuerung ist der eigentliche bezahlende Kunde die Stadt. Aus diesem Grund ist die Käufergruppe sehr begrenzt. Dennoch könnten auch Bürger dazu motiviert werden die Stadt zu der Implementierung einer solchen Anwendung zu drängen. Demnach gehören diese zu der indirekten käuferischen Zielgruppe.

Die Commeatus AG kann jedoch durch die Ausweitung der Use Cases mehrere Produkte vertreiben (siehe Kapitel 4.1). Dort wird erwähnt, dass auch eine Art Navigationsapp, um prädiktiv Staus zu umgehen ein mögliches Produkt ist. Da hier ein individueller Erwerb durch die Bürger erfolgen würde kann an dieser Stelle eine genauere Analyse des Kaufverhaltens vorgenommen werden. Diese ist in die Gebiete Motiv, Preissensibilität und Kauffrequenz zu unterteilen.

Das Motiv des Kunden ist, dass dieser hohe Wartezeiten während der Fahrt vermeiden will. Dies lehnt an die in den psychografischen Merkmalen erwähnte Motivation an. Die Kauffrequenz entspricht in diesem Fall einen Kauf pro Kunde. An diesen Fakt ist darüber hinaus die Preissensibilität zu knüpfen. Hier sollte erforscht werden, wie viel Geld ein Kunde bereit wäre für den versprochenen Nutzen auszugeben.

3.5 Persona

Im Gegensatz zur Zielgruppenanalyse, richtet sich die Persona Analyse an eher die einzelnen Personen, welche an dem Produkt der Commeatus AG interessiert sein könnten.



Abbildung 3.3: Überblick Zielgruppenanalyse

Persona (Beispiel)

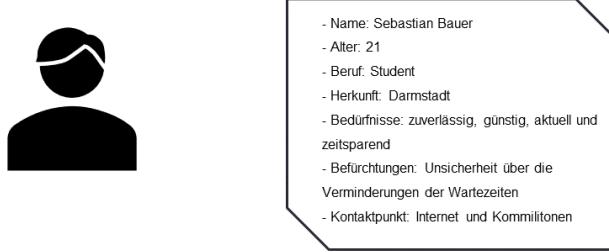


Abbildung 3.4: Commeatus AG Logo

Dazu hat sich die Commeatus AG einen Überblick verschaffen, welche Art von Gruppen überhaupt von den Problemen des stockenden Straßenverkehrs aktiv betroffen sind. In der Abbildung 3.3 wird hierzu ein Beispiel für eine Persona Analyse visualisiert. Die Commeatus AG hat sich einen fiktiven Idealkunden, der von ihrem Projekt profitieren könnte, ausgedacht mit dem Namen Sebastian Bauer. Sebastian Bauer ist ein 21 jähriger Student aus Darmstadt, welcher momentan noch ein Student ist. Um zur Universität zu gelangen, verwendet er wie viele anderen Studenten ein Auto und ist somit ein aktiver Teilnehmer am Straßenverkehr. Das Auto verwendet er, da er eher außerhalb von Darmstadt lebt und deshalb einen etwas längeren Weg hat. Da er zu den verschiedensten Zeiten Unterricht hat, kommt es nicht all zu selten vor, dass er in einen stockenden Verkehr auf dem Weg gelangt, welche für eine verspätete Ankunft an seiner Universität sorgen. Bei Klausuren muss er vor allem viel früher in die Universität fahren, da er befürchten muss, dass er aufgrund der überfüllten Straßen zu spät zur Klausur kommt. Sebastian hat durch das

Internet sowie seinen Kommilitonen mitbekommen, dass die Commeatus AG genau diese Problematik überwinden möchte. Da es für ihn wichtig ist immer pünktlich zu erscheinen und vor allem zeitsparend zu fahren, setzt er eine große Hoffnung in das neue Projekt. Allerdings hat er trotzdessen noch die Befürchtung, dass die Wartezeiten immer noch eine Weile anhalten werden. Aus diesem Grund verfolgt er weiterhin die neusten Nachrichten bezüglich der Commeatus AG.

4 Statusupdate 24.06.

Das Projektupdate vom 24.06.2022 markiert das erfolgreiche Abschließen des zweiten Meilensteines und den Beginn des nächsten Arbeitspaketes. Die Explorative Datenanalyse auf dem akquirierten Datensatz der Stadt Darmstadt ist abgeschlossen und die Konzeption des Modells konnte bereits gestartet werden. Ein Use-Case verdeutlicht dabei die Funktion und Interaktion des Modells über einen geplanten Anwendungsfall. Trotz kleiner Verzögerung bei der Datenakquise liegt das Projektvorhaben exakt im Zeitplan, da Verluste während der Datenanalyse ausgeglichen werden konnten.

Die persönliche Stimmung des Projektteams ist nach wie vor durch eine enge Zusammenarbeit geprägt und dementsprechend sehr positiv bewertet. Eine außerordentliche Motivation und Hilfsbereitschaft unter den Projektmitgliedern begünstigen ein schnelles Fortschreiten der Aufgabenbearbeitung. Außerterminliche Absprachen waren nur noch sporadisch notwendig, da sich bei allen Projektmitgliedern ein tiefes Verständnis für die Aufgabenbereiche etabliert hat. Dennoch konnten bei Bedarf kurzfristige Termine organisiert werden.

Die explorative Datenanalyse dient dem Verständnis und Durchdringung des Datensatzes. Die Untersuchung der Daten erfolgt dabei über Zusammenfassungen und Visualisierungen von Werten und Kenngrößen, welche Zusammenhänge und Muster innerhalb des Datensatzes preisgeben. Diese Erkenntnisse dienen für weitere Untersuchungen und zur Konzeption des Modells. Durch diese Untersuchungsmethode kann mehr über den Datensatz in Erfahrung gebracht und aus den Ergebnissen gelernt werden.

Ein Use-Case hilft bei der Systemanalyse zur Ermittlung, Klärung und Organisation von Anforderungen an das Modell. Der Anwendungsfall besteht aus einer Reihe möglicher Abfolgen von Interaktionen zwischen Systemen und/oder Benutzern in einer bestimmten Umgebung und bezogen auf ein bestimmtes Ziel. Das Ergebnis des Use-Cases visualisiert den Einsatz vom Modell, beginnend bei der Ampelsteuerung bis hin zu präventiven Umleitungsvorschlägen in Navigationsapplikationen für den Nutzer.

Im Zuge der konzeptionellen Ausarbeitung des Modells wurde auf ein Entity Relationship Model (ERM) verzichtet, da der Datensatz keine sinnvollen Zusammenhänge der Ampeln erkennen lässt und jede Kreuzung eine eigene Entität mit zugehörigen Attributen darstellen würde. Die Vielzahl an und Differenz zwischen den Entitäten würde den Zweck des ERMs verfehlt.

4.1 Use Cases

Die prädiktive Verkehrsanalyse ist das primäre Produkt der Commeatus AG. Aus dieser Technologie lassen sich jedoch zwei Use Cases, die wiederum in Produkte übertragen werden können, ableiten. Das Ziel des Unternehmens ist es in der Zukunft beide Use Cases umzusetzen. Beide wurden in diesem Projektbericht bereits angeschnitten. In den anschließenden Absätzen folgt für ein besseres Verständnis eine genaue Beschreibung dieser Use Cases.

Die erste Anwendung der Technologie ist eine intelligente Ampelsteuerung. Die Ampeln werden basierend auf der prädiktiven Analyse der Straßen gesteuert, um gezielt Verkehrsstau zu vermeiden. Parallel dazu wird der Verkehr im Optimalfall ständig analysiert, um die Ampelschaltungen immer wieder Zeitaktuell auf Veränderungen anzupassen. Dies ist von Nöten, da sich der Verkehrsfluss durch die ständige Anpassung der Ampeln regelmäßig wandelt. Mit einem solchen Kreislauf von Analyse und Adaption kann somit der Straßenverkehr immer weiter optimiert werden. Eine ganzstädtische Implementierung dieses Produktes und

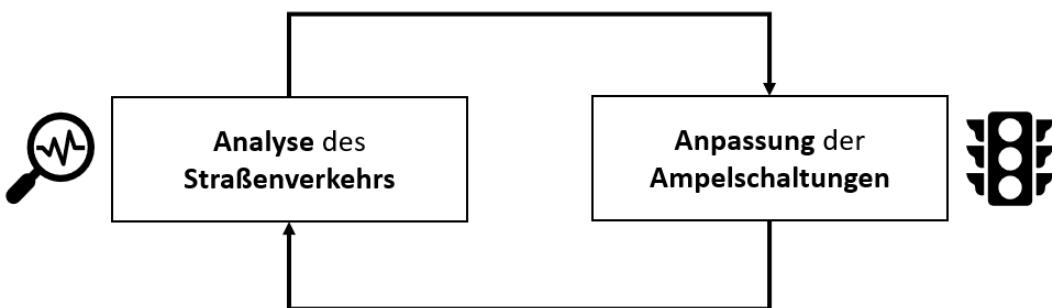


Abbildung 4.1: Analyse-Adoptions-Kreislauf

der daraus resultierende flüssigere Verkehr hätte diverse Vorteile. Es würde eine immense Zeitersparnis aller Bürger bedeuten. Durch weniger Staus könnten die Menschen schneller und zuverlässiger zum Zielort gelangen.

Weitere Effekte, die speziell für die Überzeugung der städtischen Ämter in Betracht gezogen werden könnten, sind die ökologischen Vorteile, die ein flüssigerer Verkehr bewirken würde. Das ständige Anfahren und Abbremsen bei Staus resultiert in einem deutlich höheren Kraftstoffverbrauch als bei einer kontinuierlichen Fahrt. Eine Vermeidung dessen hätte eine Verminderung des Kraftstoffverbrauches zur Folge. Dies senkt langfristig die Emissionen der Stadt und trägt somit zum Umweltschutz bei. Darüber hinaus hat dieser Effekt einen weiteren Vorteil für die Bürger. Durch den geringeren Kraftstoffverbrauch wird weniger Benzin benötigt, was wiederum die Fahrtkosten senkt.

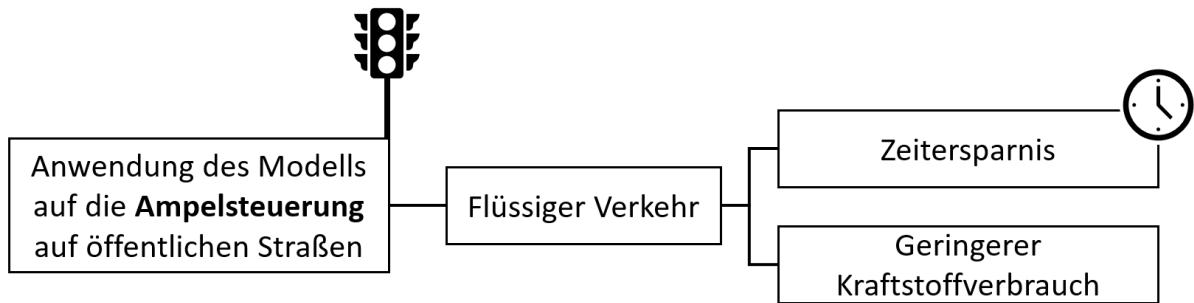


Abbildung 4.2: Effekte einer intelligenten Ampelsteuerung

Der zweite Use Case zielt auf den Verkehrsteilnehmer als Einzelkunden ab. Hier wird die prädiktive Verkehrsanalyse genutzt, um Einzelpersonen individuell vor Staus zu bewahren. Die künstliche Intelligenz würde in diesem Fall in einer Navigationsapp implementiert werden. Diese berechnet basierend auf den Ergebnissen des Modells optimale Routen für die schnellstmögliche Zielerreichung des Kunden. Dabei besteht ebenfalls die Möglichkeit verschiedene Berechnungskriterien durch den Kunden bevorzugen zu lassen. Somit könnte etwa eingestellt werden, ob der Fokus darauf liegt schnell ans Ziel zu gelangen oder möglichst wenig Kraftstoff zu verbrauchen.

Ein weiterer Nutzen dieses Use Cases könnte es sein die Informationen der einzelnen Nutzer zu bündeln und somit eine kollektive Stauvermeidung zu erzielen.

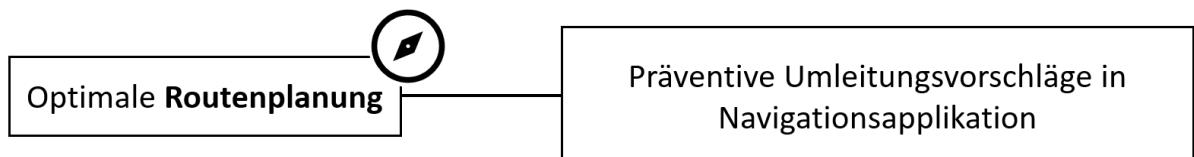


Abbildung 4.3: Optimale Routenplanung innerhalb einer Navigationsapp

Eine noch nicht weiter erforschte Möglichkeit ist die Kombination beider Use Cases. Somit könnten die Informationen aus den Navigationsapps und die direkte Analyse des Straßenverkehrs gebündelt zu einer noch weiter reichenden Optimierung des Verkehrsflusses führen.

4.2 Datengrundlage

Als Grundlage für das Dashboard bzw. des Projektes wurde entschieden, echte Daten zu verwenden und keine simulierten Dummy-Daten.

Quelle

Die verwendet Daten wurden vom Urban Software Institute und der Stadt Darmstadt bereitgestellt. Diese Sammeln seit 2019, Verkehrsdaten bzw. das Verkehrsaufkommen an über 170 Kreuzungen.

Einführung

Die Daten werden separat für jede Kreuzung gesammelt, wobei jedes Lichtsignal einzeln betrachtet wird. Für das jeweilige Lichtsignal liegen ebenfalls zwei Werte vor. Zum einen die Anzahl der gemessenen Fahrzeuge zu einer gewissen Zeit an der Kreuzung, zum anderen den prozentualen Anteil der Zeit die der Sensor Fahrzeuge detektiert.

4.3 Datenmodellierung

Im folgenden Abschnitt soll kurz auf Datenmodellierung und ERM eingegangen werden, bzw. warum kein ERM im Rahmen des Projektes kein ERM erstellt wurde. Um das ERM und die Entscheidung zu verstehen wird zuerst Datenmodellierung eingeführt, darauf folgend das ERM und als letztes soll auf die Entscheidung gegen ein ERM eingegangen werden.

Datenmodellierung

Der Begriff der Datenmodellierung setzt sich aus zwei Begriffen zusammen: Daten und Modell. Folglich werden diese Begriffe eingeführt und definiert.

Daten

Daten können als Zeichen, die einer Syntax folgen definiert werden. Daten sind dabei von Informationen und Wissen zu trennen. Denn Informationen sind Daten, die von einem Empfänger eine Bedeutung gegeben werden. Wissen hingegen ist noch eine Stufe weiter, denn man spricht erst von Wissen, wenn Informationen für Entscheidungen genutzt werden.

Modell

Unter einem Modell versteht man eine Darstellung die einen vereinfachten Blick auf die komplexe Realität bietet. Ein Beispiel hierfür ist zum Beispiel ein Fahrplan, welcher einem Nutzer durch eine vereinfachte Sicht auf die Realität ermöglicht, im Verkehrssystem zu navigieren.

Datenmodelle

Zusammengesetzt ergibt dies somit ein Datenmodell, welches als der Prozess der Strukturierung von Daten beschrieben werden kann. Datenmodelle bieten in Informationssystemen die Grundlage für die Anwendungsentwicklung. Aufgabe der Datenmodellierung ist es, die Informationsobjekte betrieblicher Geschäftsprozesse, strukturiert zu beschreiben. Ebenfalls sollen die Beziehung zwischen den Informationsobjekten beschrieben werden.

4.4 Entity Relationship Model

Das ERM bietet eine Möglichkeit das oben beschriebenen Datenmodell umzusetzen. Ein ERM Modell wird zum einen in der konzeptionellen Phase der Entwicklung genutzt, dient aber auch dazu als Grundlage in der Implementierungsphase einer (relationalen) Datenbank.

Ein ERM besteht dabei aus drei grundlegenden Elementen:

- Entitätstypen: repräsentieren Aspekte der realen Welt auf abstraktem Niveau (Beispiel: Kunde, Lieferant)
- Beziehungstypen: beschreiben den Zusammenhang zwischen Entitäten (Beispiel: Kunde kann verschiedene Artikel bestellen)
- Attribute: beschreiben Entitätstypen/Beziehungstypen genauer (Beispiel Kunde: Name, Adresse, etc.)

Warum keine Datenmodellierung/ERM?

Um die Entscheidung nachzuvollziehen muss die Datengrundlage betrachtet werden und wie diese in einem ERM umzusetzen werden.

Als Entitäten in unseren Projekten bzw. Daten wären die einzelnen Kreuzungen, vorliegenden in einzelnen Excel Tabellen. Diese beinhalten Spalten für die einzelnen Lichtsignale, also die Attribute, die unsere Entität (die Kreuzung) genauer beschreiben.

Beziehungen liegen augenscheinlich vor, so haben Kreuzungen eine Beziehung zu anliegenden Kreuzungen bzw. auswirkungen auf den Verkehr. Diese Beziehungen werden aber in den Daten nicht widergespiegelt. Das Ergebnis sind ca. 170 Entitäten die in keiner Beziehung zueinander stehen und unterschiedliche Anzahl an Attributen haben, aufgrund unterschiedlich großer Kreuzungen. Ein ERM würde in diesem Falle somit keinen Mehrwert liefern bzw. Information über die Daten geben. Des Weiteren wurde sich dagegen entschieden die Daten über eine Datenbank bereitzustellen, sondern direkt mit den vorliegen Excel Tabellen zu arbeiten.

All diese Gründe führten dazu, kein ERM zu erstellen und den Fokus auf die Entwicklung des Dashboards zu legen.

5 Statusupdate 01.07.

Das Projektupdate vom 01.07.2022 markiert diesmal nicht die Erfüllung eines weiteren Meilensteines. Dennoch konnte nach Abschluss der Konzeption und den ersten Teilaufgaben der Modellbildung ein Prototyp ausgearbeitet und konstruiert werden. Dieser validiert erfolgreich die Funktionsweise, welche in der Konzeption erarbeitet wurde, wenn auch noch nicht in vollem Funktionsumfang. Damit liegt das Projektteam sehr gut im Zeitplan.

Das Projektteam ist nun mehr ein fest eingespieltes Team, was die Effizienz deutlich erhöht und Absprachen in ihrer Länge reduziert. Besonders die Erstellung des Prototyps führte zu einer enormen Steigerung der Motivation und Zufriedenheit, da die ersten Erfolge nach viel Vorbereitung und Erarbeitung nun greifbar sind. Da bis zu diesem Zeitpunkt kein Projektmitglied ausgefallen ist, kann der Zeitplan auch konstant eingehalten werden. Die wöchentlichen Absprachen sind aufgrund der hohen Effizienz in diesem Intervall nicht notwendig, dennoch möchte das Projektteam dies beibehalten, um weiterhin die Motivation und den Teamspirit aufrechtzuhalten.

5.1 Prototyp

Der Prototyp stellt für das Projektteam ein funktionsfähiges, aber vereinfachtes Versuchsmodell dar, welches die bisherige Planung und Konzeption überprüft. Sollte die Funktion des Prototyps nicht wie erwartet funktionieren, müsste das Projektteam im Fortschreiten der Projektarbeit wieder zurück zu dem Arbeitspaket, was für die Abweichung verantwortlich ist. Da der Prototyp für das Projektteam exakt wie geplant funktioniert, können nun alle Funktionalitäten ausgearbeitet werden. Gleichzeitig wird der Lösungsansatz des Projektteams erfolgreich validiert.

Bestandteile des Prototypen

Bereits zu diesem Stadium steht das grundsätzliche Grundkonzept für den Aufbau der Webseite und dieses wurde mithilfe des Python-Frameworks „Streamlit“ umgesetzt.

Der Anwender erreicht über den Browser ein Dashboard, welches am linken Rand über ein

Navigationsmenü verfügt, während der Rest der Fläche Platz für die Inhalte bietet. Auch visuell wurden bereits erste Entscheidungen getroffen und umgesetzt.

Zwar wurden schon alle 3 Seiten (Overview, Specific Overview und Modell) erstellt, inhaltlich befüllt und funktionsfähig sind allerdings lediglich die beiden Overview-Seiten.

Diese bieten dem Nutzer die Möglichkeit Informationen über das Verkehrsaufkommen abzurufen.

Dabei stehen ebenfalls verschiedene Eingrenzungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Granularität der betrachteten Objekte reicht von Kreuzungen als Ganzes, über die verschiedenen Richtungen als aggregierte Gruppen, bis hin zu den einzelnen Lichtsignalen für die verschiedenen Spuren einer Fahrtrichtung.

In der großen „Overview“ werden dann entweder ein Balken- oder Liniendiagramm (je nach Auswahl) angezeigt, welche die Auslastung nach Monat, Wochentag oder Stunde anzeigt. In der „Specific Overview“ kann außerdem ein bestimmter Zeitpunkt (auf eine Stunde genau) ausgewählt werden, wofür dann die Informationen angezeigt werden.

Während die Funktionsweise zu 100% die Erwartungen des Teams erfüllt hat, wurde in diesem Schritt zum ersten Mal die mangelnde Datenqualität deutlich. Darauf wird in einem späteren Kapitel allerdings noch genauer eingegangen.

6 Statusupdate 08.07.

Das Projektupdate vom 08.07.2022 markiert den Abschluss des dritten und größten Meilensteines. Das Testing der Beta-Version ist noch nicht vollständig abgeschlossen, jedoch werden nur noch kleinere Korrekturen vorgenommen. Damit ist das Modell für die Implementierung in einem Kundensystem ausgereift und qualifiziert. Die Durchführung der Beta verlief abschließend für das Projektteam sehr erfolgreich.

Gerade durch den erfolgreichen Abschluss der Beta ist die persönliche Stimmung im Team auf dem höchsten Stand seit Beginn der Projektarbeit. Die Phase seit dem vergangenen Update erforderte noch einmal ein hohes Maß an Konzentration und Absprachen. Das Projektteam beabsichtigte aufgrund der intensiven Vorbereitung einen reibungslosen Ablauf der Beta, was zur Zufriedenheit aller Projektmitglieder auch erfolgte. Für die Implementierung und Nachbesserung des Models in einem Kundensystem werden kurzfristig Termine gefunden, um diese Phase des Projektes möglichst kurz zu halten und die Zufriedenheit des Kunden zu begünstigen.

Das Testen einer Beta-Version ermöglicht dem Projektteam die Überprüfung aller Funktionalitäten unter realen Bedingungen, wie sie auch im Kundensystem anzutreffen sind. Dies entspricht einer Generalprobe, um letzte Feinheiten anzupassen und um das Verhalten des Modells in realen Anwendungssituationen zu beobachten. Nach der Korrektur der letzten Parameter ist das Modell bereit für die Implementierung.

6.1 Beta

Die größte Änderung zwischen Beta und dem Prototyp ist im Modell zu finden. Im Backend wurden die Modelle anhand der Datengrundlage trainiert und diese Ergebnisse können nun auch im Frontend aufgerufen werden. Somit hat nun auch die Seite „Modell“ ihren Inhalt.

Wiederum kann der Nutzer eine Kreuzung auswählen. Daraufhin zeigt das Dashboard in einem Liniendiagramm die zu erwartende Auslastung der verschiedenen Beleuchtungsanlagen (verschiedene Linien) für den Folgetag an.

Außerdem wurden laufend Fehler in der Datenqualität korrigiert bzw. entfernt. Ebenfalls wurde die Bedienfreundlichkeit des User Interfaces ein wenig weiter verbessert.

7 Hindernisse in der Umsetzung

Wie bei vielen anderen Projekt auch, traten in diesem Projekt ebenfalls verschiedene Hindernisse auf mit denen das Projektteam umgehen musste. Hauptsächlich bezogen sich diese Probleme auf den Bereich der Daten.

7.1 Datenakquise

Da man sich zu Beginn auf zwei Projekte gleichzeitig bewerben musste und der Zuspruch für das Verkehrsorganisationsprojekt noch nicht sicher war, hat sich das Projektteam im Voraus noch nicht über Datengrundlagen informiert.

Als der Zuspruch erfolgte, boten sich zwei Möglichkeiten zum Erhalt einer Datengrundlage:

- selbstständig Code schreiben, welcher dann automatisch zufällige Dummydaten generiert
- Daten von Drittanbietern nutzen

Da sich die Generierung von Dummydaten nur in einem zeitaufwändigen Prozess hätte realisieren lassen und auch dabei die Sinnhaftigkeit der Daten nicht gegeben war, da lediglich zufällige Einträge generiert werden können, entschied sich das Team für eine externe Datengrundlage.

Letztendlich entschied sich das Team nach einem Hinweis des Projektsponsors für Verkehrsdaten der Stadt Darmstadt, welche in einem vorherigen Kapitel bereits genauer beschrieben wurden.

Zwar sind diese Daten online verfügbar, allerdings nicht auf einmal herunterladbar. Somit versuchte das Team zunächst mithilfe eines Webscrapers die Daten automatisiert herunterzuladen.

Als dieser Versuch allerdings scheiterte, da die Webseite nicht die passenden Möglichkeiten zur Nutzung eines Webscrapers bot, wendete sich das Team direkt an **Team Stadt Darmstadt** und fragte per E-Mail die Daten an.

Nachdem die ersten Überlegungen Dummydaten zu generieren sowie der Bau des Web-scrapers bereits einige Zeit benötigten, war die Kommunikation mit dem Anbieter nicht schneller und so verlor das Team weiter wertvolle Zeit. Mit etwas Verzögerung kam das Team dann allerdings trotzdem an die Daten und konnte mit der Analyse beginnen.

7.2 Datenqualität und Umfang

Aber auch bei der Analyse hatte das Team mit weiteren Problemen zu kämpfen. Diese Probleme können weiter in die drei Bereiche Datenstruktur, Datenbeschreibung und Datenqualität aufgegliedert werden.

Datenstruktur

Die Daten der Stadt Darmstadt waren ca. 500 MB groß. Dabei bestand das Paket aus etwa 200 einzelnen CSV-Dateien, wobei jede Datei die Daten einer einzelnen Kreuzung beinhaltete.

Somit war ein schneller Überblick oder Vergleich über mehrere Kreuzungen nicht gegeben. Hinzu kommt, dass die Kreuzungen sich voneinander unterscheiden, beispielsweise in Anzahl an Ampeln oder Anzahl der anliegenden Straßen. Dadurch ist auch der Aufbau der einzelnen Dateien unterschiedlich und die verschiedenen Dateien können nur schwer miteinander verglichen werden.

Ein weiteres Problem der Datenstruktur war die Tatsache, dass manche Kreuzungsüberwachungsanlagen erst im Laufe der Zeit installiert wurden, wodurch manche Dateien ein anderes Startdatum haben als andere Dateien.

Datenbeschreibung

Das größte Problem der Datenbeschreibung lag in der unklaren und uneindeutigen Namenskonvention der verschiedenen Kreuzungen und Ampelanlagen. Ohne einen Blick auf die Erklärungstabelle konnte man mit den Daten nur wenig anfangen.

Aber auch diese Erklärungstabelle ließ weitere Fragen offen, beispielsweise waren teilweise Einheiten nicht definiert, wodurch aus den eingetragenen Werten keine Informationen gezogen werden konnten.

Datenqualität

Während die unklare Struktur und mangelnde Beschreibung bereits die Berechnungen erschwerten, erkannte das Team auch bei den vorhandenen Daten einige Fehler.

Beispielsweise waren teilweise keine Daten eingetragen und das Feld wurde mit einem *null*-Wert befüllt oder es fanden sich negative Werte bei Angaben der Zeit, in der ein Auto gesehen wurde oder Anzahl der Fahrzeuge. Selbstverständlich können diese Eintragungen nie kleiner als 0 sein, was die fehlerhaften Daten wiederum unbrauchbar machte.

Umfang

Aufgrund der uneinheitlichen Datenstruktur konnte keine automatisierte Datenbereinigung durchgeführt werden und jede Tabelle einzeln zu prüfen wäre zeitlich in keiner Weise zu bewerkstelligen.

Somit konnten fehlerhafte Daten nur beim Testen der Anwendung gefunden werden und im Laufe des Projekts Stück für Stück entfernt werden.

Während dadurch zwar einige Fehler bereit entfernt wurden, kann dennoch nicht ausgeschlossen werden, dass der Datensatz nun fehlerfrei ist und auch in der laufenden Anwendung besteht weiterhin die Gefahr, dass fehlerhafte Daten auftreten.

7.3 Arbeitsteilung

Während zum Beginn des Projektes die wirtschaftlichen Analysen aufgeteilt werden konnten und somit die Teammitglieder parallel und zeiteffizient arbeiten konnten, waren die Aufgaben zum Ende des Projekts, also in der Entwicklung des Produkts, sehr stark von einander abhängig, wodurch nur wenige Aufgaben parallel bearbeitet werden konnten.

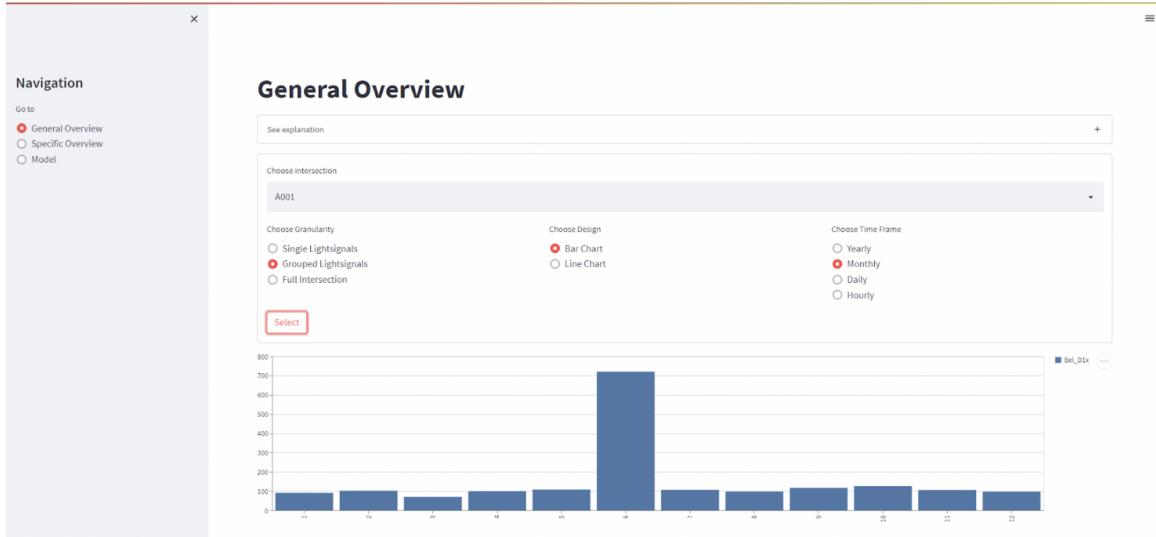
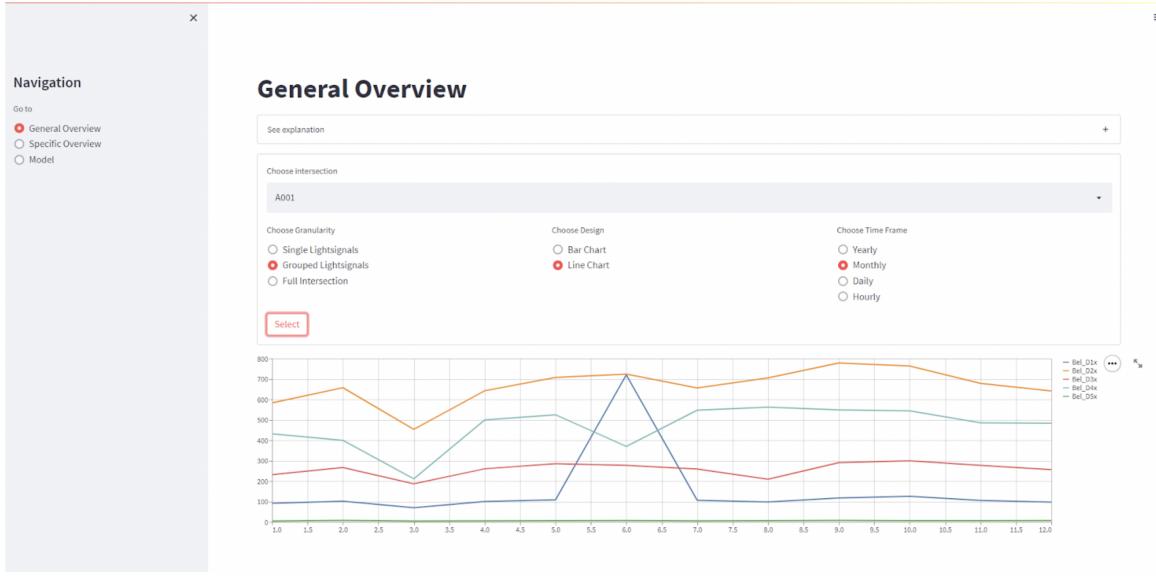
Außerdem wurden die verschiedenen Aufgaben immer komplexer, wodurch immer mindestens ein Bearbeiter der vorherigen Aufgabe auch bei der darauffolgenden Aufgabe mitarbeiten musste und deshalb die gleichmäßige Aufteilung der Arbeitslast schwieriger wurde.

Trotz alledem war die Stimmung im Team immer positiv.

8 Finales Produkt

Im Vergleich zur Beta sind keine großen Veränderungen mehr zu vermerken.

Lediglich kleine optische Anpassungen wurden getätigt und somit das Erscheinungsbild der Anwendung abgerundet. Folgend zeigen ein paar Bilder das Dashboard:



Specific Overview

Navigation

Go to

- General Overview
- Specific Overview
- Model

See explanation

Choose intersection

A001

Enter Date:

2020/07/22

Enter Time:

16:00

Choose Granularity

- Single
- Grouped
- Full

Choose the part of intersection

Bel_U1x

Select

Results

Date	Time	Traffic
Year-Month-Day 2020-07-22	Hour:Minute 16:00	Amount of traffic 346

Change to last hour:	Change to last day:	Change to last week:	30 day change:
Last Hour 286 ↑ 21.0%	Last Day 342 ↑ 1.2%	Last Week 403 ↓ 14.1%	30 days 388 ↓ 10.8%

Model

Navigation

Go to

- General Overview
- Specific Overview
- Model

See explanation

Choose intersection

A001

Select

Predicted traffic for next 24 hours

Start Time

Year-Month-Day Hour:Minute:Second
2022-06-02 00:00:00

Predicted Average Traffic for next 24 hours

Average Traffic
366

Change to current 24 hours

Change
387
↓ -5.4%

9 Reflexion und Ausblick

9.1 Reflexion

Abschließend kann festgehalten werden dass vor allem die Arbeit im Team untereinander hervorragend funktioniert hat.

Mit dem finalen Produkt konnte auch für den Kunden ein Mehrwert geschaffen werden und es dient als wichtige Grundlage für eventuelle Folgeprojekte, dazu aber genaueres im Ausblick.

Leider kosteten die Daten das Projektteam nicht nur einiges an Zeit sondern boten auch nicht die passenden Voraussetzungen, manche Ziele, wie beispielsweise die angepasste Verkehrssteuerung im zeitlichen Rahmen dieses Projekts zu verwirklichen. Dafür fehlten weitere Informationen über die Daten wie beispielsweise welche Kreuzungen aneinander angrenzen.

9.2 Ausblick

Wie bereits erwähnt dient dieses Projekt ideal als Grundlage für weiterführende Projekte, welche mit mehr Zeit und einer Erweiterung der Daten realisiert werden können. Beispiele dafür sind:

- Verkehrssteuerung über digitale Tafeln in der Stadt
- stadteigene Navigationsapp für Privatanwender

Um diese Ideen allerdings umsetzen zu können, müssen die Daten besser miteinander verknüpft werden können und auch die Zeitintervalle müssen von Stunden auf Minuten gesenkt werden.

Des weiteren muss die Datenbank laufend mit Echtzeitdaten gefüttert werden und nicht wie in diesem Projekt auf einem festen Datensatz beruhen, um immer zeitaktuelle Empfehlungen zu liefern.

Auch dieses Projekt kann nochmals weiter verbessert werden, indem neue Analysen erstellt werden, die Modelle verbessert werden und weiter die Daten bereinigt werden.

A Anhang

Vertrag

Service-Level-Agreement

zwischen

Commeatus AG
Beispieladresse 19
12345 Mannheim

- nachfolgend „C-AG“ genannt -

und

Kunde
Anschrift

- nachfolgend „Kunde“ genannt -

I. Zielsetzung

In diesem Service-Level-Agreement (nachfolgend „SLA“) werden die Leistungen der C-AG gegenüber Kunden hinsichtlich Umfangs und Qualität konkretisiert sowie die Vergütung festgelegt.

II. Garantierte Verfügbarkeiten (Service Level)

Die C-AG weiß, wie sehr Kunden auf die durch C-AG bereitgestellten, betreuten und gewarteten IT-Systeme angewiesen sind und dass einige dieser Systeme für den Kunden von entscheidender Bedeutung für dessen Geschäftsabläufe sind.

In dieser Service Level Vereinbarung („Service Level Agreement“ oder „SLA“) werden die von C-AG zugesicherten Service Level („SL“) für bestimmte Teile der Verkehrsüberwachungs-Services aufgeführt.

Die Verfügbarkeitsüberwachung erfolgt über die Software-Plattform von C-AG. Die jeweils überwachten Komponenten hängen von der konkreten Leistungsvereinbarung ab. Die Verfügbarkeit wird dauerhaft gemessen. Im Rahmen des SLAs liegt die Zeiteinheit „ein Monat“ zu Grunde. Der Kunde erhält quartalsweise Service-Berichte.

Dieses SLA gilt ausschließlich für das Produkt: Verkehrsüberwachung.

Produkt	SL	SL-Beschreibung - Monatliche Betriebszeit	Überwachte Elemente
V.überwachung-Anwendung	99,99%	Die jeweils verwaltete Anwendung weist eine Verfügbarkeit von mindestens 99,99% im jeweiligen Monat auf	Die jeweilige Anwendung ist verfügbar, wenn sie auf Anfragen der Monitoring-Software von C-AG antwortet

III. Messung der Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit wird monatlich für das Produkt wie oben angegeben, basierend auf den Daten der Monitoring-Software der C-AG gemessen. Die Verfügbarkeit wird als Prozentwert (gerundet auf zwei Nachkommastellen) gemessen und wie folgt berechnet:

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{(\text{Gesamtzeit} - \text{Ausfallzeit}) \times 100}{\text{Gesamtzeit}}$$

„Ausfallzeit“ bezeichnet den Zeitraum vom Erkennen oder Bestätigen durch C-AG, dass die Services nicht gemäß den Festlegungen des Produktes verfügbar sind, bis zum Zeitpunkt der Fehlerbehebung durch C-AG.

IV. Zulässige Ausfallzeit

In der folgenden Tabelle sind die monatlich jeweils zulässigen Ausfallzeiten für das Produkt aufgeführt.

SLA	Im Monat		
	Std.	Min.	Sek
99,99%	-	4	22

Die Dauer der unzulässigen Ausfallzeit wird wie folgt berechnet:

$$\text{Gesamtausfallzeit} - \text{zulässige Ausfallzeit} = \text{unzulässige Ausfallzeit}$$

V. Reaktionszeiten

C-AG bemüht sich immer um eine zeitnahe Reaktion beim Support von Incidents und Change Requests. Die Reaktionszeiten werden im Online-Support-System C-AGs gemessen.

Das für die Reaktionszeit geltende SL hängt von der Priorität der betroffenen Punkte und von der Schwere des Problems ab.

VI. Incident Service-Levels

Kategorie	SL	Definition
P1	C-AG reagiert auf 98% der Incidents mit Priorität 1 (P1) pro Quartal innerhalb von 30 Minuten	Ein P1-Incident ist eine Support-Anfrage des Kunden oder ein von C-AG direkt empfangener Monitoring-Alarm, der mit der im Leistungsumfang enthaltenen Hard- oder Software zusammenhängt, in Fällen, in denen das/die System/e komplett unerreichbar ist/sind oder die Erwartung besteht, dass sie in Kürze komplett unerreichbar sind oder bei Verletzung definierter kritischer Kapazitätsgrenzwerte.
P2	C-AG reagiert auf 90% der Incidents mit Priorität 2 (P2) pro Quartal innerhalb von 1 Stunde	Ein P2-Incident ist eine Support-Anfrage des Kunden oder ein von C-AG direkt empfangener Monitoring-Alarm, der mit der im Leistungsumfang enthaltenen Hard- oder Software zusammenhängt, in Fällen, in denen das/die System/e Fehlfunktionen aufweist/aufweisen, sodass der Service erheblich beeinträchtigt ist, aber betriebsbereit bleibt oder bei Verletzung wichtiger definierter Kapazitätsgrenzwerte.
P3	C-AG reagiert auf 85% der Incidents mit Priorität 3 (P3) pro Quartal während der Geschäftszeiten (Mo - Fr, 8 - 18 Uhr) innerhalb von 4 Stunden	Ein P3-Incident ist eine Support-Anfrage des Kunden oder ein von C-AG direkt empfangener Monitoring-Alarm, der mit der im Leistungsumfang enthaltenen Hard- oder Software zusammenhängt, in Fällen, in denen das/die System/e Fehlfunktionen aufweist/aufweisen, jedoch ohne größere Auswirkungen auf den Service oder bei Verletzung unwesentlicher definierter Kapazitätsgrenzwerte.
P4	C-AG reagiert auf 85% der Incidents mit Priorität 4 (P4) pro Quartal während der Geschäftszeiten (Mo - Fr, 8 - 18 Uhr) innerhalb von 8 Stunden	Ein P4-Incident ist eine Support-Anfrage des Kunden im Zusammenhang mit der im Leistungsumfang enthaltenen Hard- oder Software, soweit keine Fehlfunktion besteht.

VII. Change Service Level

Kategorie	SL	Definition
Standard	C-AG initiiert 95% der Standard-Changes pro Quartal während der Geschäftszeiten (Mo - Fr, 8 - 18 Uhr) innerhalb von 8 Stunden	Ein Standard-Change ist ein vorautorisierter Change mit niedrigem Risiko, der häufig vorkommt und anhand vorher festgelegter Verfahren oder Arbeitsanweisungen erfolgt. Das Change Advisory Board (CAB) C-AGs muss Standard-Changes vor der Umsetzung nicht genehmigen.
Normal	C-AG reagiert auf 95% der normalen Change Requests pro Quartal während der Geschäftszeiten (Mo - Fr 8 - 18 Uhr) innerhalb von 8 Stunden	Ein normaler Change ist ein Change, der weder Standard noch Notfall-Change ist, sowie ein vereinbarter Ad-hoc-Change der Dienstkonfiguration. Das CAB muss normale Changes autorisieren und einen Umsetzungsplan genehmigen.
Notfall (Emergency)	C-AG initiiert 99.5% der erforderlichen Notfall-Changes pro Quartal innerhalb von 4 Stunden	Ein Notfall- oder Emergency-Change ist ein Vorgang, bei dem zur Behebung eines Problems ein kürzerer Zeitrahmen erforderlich ist und nicht auf Prüfung und Genehmigung durch das CAB gewartet werden kann. Normalerweise handelt es sich um eine Kundenanfrage zur Änderung der Dienstkonfiguration infolge eines P1-Incidents. Das Emergency Change Advisory Board (ECAB) C-AGs muss Notfall-Changes autorisieren und einen Umsetzungsplan genehmigen.

VIII. Support Service Level

Kategorie	SL	Definition
Supportanfragen	C-AG initiiert 95% der Supportanfragen pro Quartal während der Geschäftszeiten (Mo - Fr, 8 - 18 Uhr)	Eine Supportanfrage ist eine Kundenanfrage, bezüglich einer Nebenleistung oder auf Auskunft im Bezug auf die im Leistungsumfang enthaltene Hard- oder Software, die weder Incident noch Change ist und auf einem definiert

Eine typische Anfrage im Rahmen einer Supportanfrage ist eine Passwortrücksetzung.

/ 4

IX. Wie werden Reaktionszeiten gemessen?

Die SLAs zu Reaktionszeiten messen, wie lange C-AG benötigt, um auf einen Incident/Change Request zu reagieren oder einen Change zu initiieren.

C-AG hat auf einen Incident reagiert, wenn ein Fall im Support-System von C-AG erstellt und eine Fallnummer vergeben wurde. C-AG hat auf einen normalen Change Request reagiert, wenn ein Change im Support-System von C-AG erstellt, eine Change-Nummer vergeben und der Change einer Engineering-Queue für die Planung zugeordnet wurde. Ein Standard- oder Notfall-Change wird an dem Punkt initiiert, an dem (wie im Support-System verzeichnet) C-AG mit der Umsetzung des Changes beginnt.

C-AG misst die Reaktionszeiten über einen Zeitraum von drei Monaten (ein Quartal) hinweg und berechnet den Anteil der innerhalb der Zielreaktionszeit beantworteten Incidents oder initiierten Change Requests. Die Daten sind Teil der vierteljährlichen Service-Delivery-Berichte.

X. Disaster Recovery

Produkt	SL	Erfolgsmessung
Alle Produkte der C-AG	C-AG löst DR erfolgreich bei zwei vereinbarten Testläufen (und weiterer vereinbarter Wiederholungstests) pro Jahr aus.	DR wurde erfolgreich ausgelöst, wenn C-AG gemäß der im Auslöseplan mit dem Kunden vereinbarten Kriterien die virtuellen Replikationsserver einschaltet. Ein virtueller Replikationsserver gilt als erfolgreich getestet, wenn der virtuelle Replikationsserver als eingeschaltet an die Management-Schnittstelle C-AGs gemeldet wird.

C-AG vereinbart einen Auslöseplan mit dem Kunden, in dem Reihenfolge und Wiederherstellungszeit für das Einschalten der zu testenden virtuellen Replikations-server festgelegt sind.

Wenn C-AG bei einem vereinbarten Test die DR nicht planungsgemäß auslösen kann, wird ihr eine Frist von einem Monat zur Durchführung eines erfolgreichen Wiederholungstests eingeräumt. Wenn auch der vereinbarte Wiederholungstest nicht erfolgreich ist, steht dem Kunden eine Entschädigung in Höhe von 2.000,00 € zu.

XI. Vergütung

Es fallen monatlich 5.000,00 € für den vereinbarten SLA Services der C-AG an. Hiervon entfallen 3.000,00 € auf die vereinbarte Verfügbarkeit des Service, 1.000,00 € auf den Incident-Service und 1.000,00 € auf die Desaster Recovery.

/ 5

XII. Nichterfüllungsrate der SL durch C-AG

Wenn die Verfügbarkeit für ein Produkt in einem Monat den entsprechenden Grenzwert unterschreitet, steht dem Kunden eine Entschädigung zu. Erreicht die Verfügbarkeit in einem Monat das vereinbarte Service-Level nicht, steht dem Kunden eine Entschädigung gemäß folgender Tabelle zu:

Dauer der unzulässigen Ausfallzeit	Entschädigung
Bis zu 1 Stunde	5% der monatlichen Kosten des Produkts.
1 bis 3 Stunden	10% der monatlichen Kosten des Produkts.
3 bis 5 Stunden	15% der monatlichen Kosten des Produkts.
Mehr als 5 Stunden	20%, plus weitere 5% der monatlichen Kosten des Produkts pro Stunde ab der 6. Stunde, bis maximal 100%.

Wenn in einem Quartal mehr als 5 Incidents oder Change Requests aufgetreten sind, bei welchen C-AGs SL hinsichtlich der Reaktions- und Initiierungszeiten unterschritten wurden, steht dem Kunden eine Entschädigung für die geschuldete Service Management Leistung Vergütung wie folgt zu:

Nichterfüllungsrate der SL durch C-AG	Entschädigung	Hinweis
0 - 10% unter dem Ziel	5% der Quartalsvergütung	
11 - 25% unter dem Ziel	10% der Quartalsvergütung	
26 - 50% unter dem Ziel	20% der Quartalsvergütung	
51 - 75% unter dem Ziel	50% der Quartalsvergütung	
76 - 100% unter dem Ziel	100% der Quartalsvergütung	Wenn in einem Quartal weniger als 5 Incidents oder Change Requests auftreten bei welchen C-AGs SLAs hinsichtlich der Reaktionszeiten unterschritten wurden, steht dem Kunden eine Entschädigung in Höhe von 15% der Quartalsvergütung zu.

XIII. Verantwortlichkeiten von C-AG

C-AG muss:

- angemessene Anstrengungen unternehmen, um die Verfügbarkeit der entsprechenden Software, Dienste und Geräte nach den hier vereinbarten Service-Levels sicherstellen.
- angemessene Anstrengungen unternehmen, alle Incidents und Supportanfragen gemäß der hier festgelegten Reaktionsleistungen und Reaktionszeiten zu beantworten.

- alle Incidents und/oder Supportanfragen, basierend auf einer vertretbaren Selbst-einstufung anhand des gemeldeten Problems, priorisieren.
- alle sinnvollen Schritte zur Eskalation und Lösung aller Probleme in geeigneter und zeitgerechter Weise unternehmen.
- jederzeit eine gute Kommunikation mit dem Kunden unterhalten

XIV. Verantwortlichkeiten von Kunden

Der Kunde muss:

- C-AG über Probleme rechtzeitig informieren und alle Fehler über das Support-System von C-AG melden.
- C-AG für Wartung, Updates und Fehlerprävention Zugang zu Geräten, Software und Services gewähren.
- sicherstellen, dass die Anforderungen an den Betrieb der Services auf Kunden-seite vollständig erfüllt sind und über die gesamte Vertragsdauer weiterhin erfüllt werden.
- C-AG über alle Änderungen am System, die Teil des Services sind, rechtzeitig informieren.
- Innerhalb von 5 Arbeitstagen auf Nachrichten von C-AG zu Monitoring-Alarmen für Systeme reagieren, die entweder vom Kunden betreut werden oder die ein Eingreifen des Kunden für die Behebung des Alarms erfordern. Wenn der Kunde nicht innerhalb von 5 Tagen entsprechend antwortet, setzt C-AG das weitere Monitoring der entsprechenden Systeme aus, bis die Fehlerkorrektur abgeschlossen ist und C-AG verifiziert hat, dass die Fehlerkorrektur die anstehenden Alarne wirksam behoben hat.
- angemessene Anstrengungen zur Lösung von Problemen mit Kundensystemen unternehmen, die laut C-AG voraussichtlich wiederholt Incidents und/oder Alarne auslösen könnten. Der Kunde muss einen Fehlerkorrekturplan innerhalb von 10 Arbeitstagen nach der ersten Nachricht von C-AG an C-AG bestätigen und umsetzen oder einer Lockerung der Monitoring-Kapazitätsgrenzwerten zustimmen, wenn C-AG eine solche Maßnahme ergreifen kann. Wenn der Kunde das Problem nicht löst oder einer möglichen Lockerung der Monitoring-Grenzwerte nicht zustimmt, setzt C-AG das weitere Monitoring der entsprechenden Systeme aus, bis die Fehlerkorrektur abgeschlossen ist und C-AG verifiziert hat, dass die Fehlerkorrektur die anstehenden Alarne wirksam behoben hat und voraussichtlich weitere Wiederholungsalarne vermieden werden.
- jederzeit eine gute Kommunikation mit dem Lieferanten unterhalten.

XV. Ausschlüsse

C-AG ist nicht verantwortlich für eine Unterschreitung der SL und Verfügbarkeiten, wenn Ausfallzeiten entstehen, im Rahmen von

- geplanter Wartung. Geplante Wartung bezeichnet Wartungsarbeiten, die dem Kunden vorab durch C-AG angekündigt wurden. Generell ist C-AG bemüht, geplante Wartungsarbeiten 2 Wochen im Voraus schriftlich anzukündigen, jedoch kann dies in Notfällen oder bei Wartungen durch den vorgelagerten Anbieter nicht immer sein.
- Kundenverursachung, entweder durch Nichteinhaltung der Kundenverpflichtungen dieses SLAs oder des eines anderen Vertragsteils oder durch Ausfall von durch den Kunden gestellten Geräten oder Betriebsmitteln oder durch eine Nichteinhaltung der erforderlichen Change Control- und Reporting-Verpflichtungen.
- Verursachung oder Verlängerung durch Unterlassen der Mitwirkung des Kunden an der Fehlerbehebung (etwa durch Verhindern oder verspätetes Gewähren des Zugangs zu Räumlichkeiten beim Kunden vor Ort oder wenn ein angegebener Kundenkontakt über die vereinbarten Kontaktdaten nicht erreichbar ist).
- Andere Umstände, die C-AG nicht zu vertreten hat. Die höchsten bei einer Verletzung der SL fälligen Entschädigungen in einem Monat sind auf 100% der monatlichen Gesamtkosten beschränkt. Auch wenn C-AG mehrere SL im selben Monat unterschreitet, müssen nicht mehr als 100% der monatlichen Gesamtkosten gutgeschrieben werden.

....., den

....., den

.....
C-AG

.....
Kunde