

Schlussbericht

Projekt SteigtUM!:

System elektrischer Kleinfahrzeuge zum privaten und gewerblichen Transport als ganzheitlicher Lösungsansatz urbaner Mobilitätsprobleme (Förderkennzeichen: 16SV8271)

Teilvorhaben:

Entwicklung eines auf das Gesamtsystems zugeschnittenen Logistik- und Kommunikationsbackends.

Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2019 - 31.05.2024

1. Kurze Darstellung

Im Projekt „SteigtUM“ wurde ein abgestimmtes System aus

- Alltagstauglichen, flexiblen, sicher und einfach nutzbaren elektrischen Kleinfahrzeugen
- einer Verleih- und Ladeinfrastruktur
- einer universellen Nutzerschnittstelle aller Systemkomponenten

entwickelt.

Ein solch abgestimmtes System benötigt die folgenden Kernkomponenten und Funktionen:

- die Entwicklung eines alltagstauglichen Lastenpedelecs (Pedelec)
- eine Verleih- und Ladeinfrastruktur (CityBox)
- eine Benutzerschnittstelle für Smartphones (Steigum-App)
- ein Kommunikations- und Logistik-Backend (Backend)

Das anvisierte Gesamtsystem hat das Ziel, die Flexibilität des ÖPNV in Freiberg durch intelligente und schnelle Vernetzung mit CityPed, CityTrunk und CityScooter zu erweitern und den Individualverkehr von PKWs zu reduzieren.

1.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabe von Apromace bestand in der Entwicklung des Kommunikations- und Logistik-Backends.

Dies beinhaltetete:

- Die Entwicklung einer einheitlichen Schnittstelle zwischen allen Bestandteilen des Gesamtsystems
- Funktionen zur Kommunikation zwischen den Systemelementen (Backend, Steigtum-App, CityBox)
- Die Verwaltung aller Systemkomponenten und eines Verleihsystems in einer Datenbank
- Implementierung einer Datenschnittstelle
- Kontrollsystem zur Überwachung von Pedelecs, CityBoxen
- Unterstützung für Auswertungen im Reallabor

1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt „SteigtUM“ war ursprünglich für den Zeitraum vom Dezember 2019 bis Mai 2023 ausgelegt. In dieser Zeit sollten die in 1.1 genannten Themen abgearbeitet werden.

Durch die Coronapandemie und auch in deren Verlauf ausgelösten Lieferengpässe kam es in einigen Teilen des Gesamtprojektes zu Verzögerungen. Aus diesem Grund wurde die Projektdauer im späteren Verlauf um ein Jahr kostenneutral verlängert.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Teilvorhaben war in 11 Arbeitspakete eingegliedert, deren geplanter zeitlicher Ablauf in der folgenden Tabelle dargestellt ist.

| | 2019 | 2020 | | | | 2021 | | | | 2022 | | | | 2023 | |
|--|------|------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|----|------|----|
| | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 |
| AP B3.1 Spezifikation der Server / Schnittstellen / Kommunikation | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| AP B3.2 Konzeptentwicklung eines sicheren Datenraumes auf Basis des Industrial Data Space IDS | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| AP B3.3 Entwicklung eines flexiblen Flotten- und Systemmanagements, das verschiedene Betreibermodelle Parallel unterstützt. | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| AP B3.4 Entwicklung Nutzermanagement, -Kommunikation und -steuerung | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| AP B3.5 Implementierung Daten-/ Dienstleistungsschnittstelle | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| AP B3.6 Implementierung Überwachung/Nachverfolgung/ Problemmanagement Fahrzeuge/Anlagen | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| AP B3.7 Definition und Aufbau eines virtuellen Tickets/Fahrplans inkl. geeignetem Datenformat u. Schnittstellendokumentation | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| AP B3.9 Integration notwendiger Funktionen und Oberflächen für die Community Logistik | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| AP B3.10 Funktions- und Schnittstellentests sowie Wartung, lfd Weiterentwicklung und Aktualisierung im Reallabor | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| AP C1.7 Untersuchung und Auswertung Des stationären Sharing-Konzepts | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| AP C2.5 Untersuchung und Auswertung Floating- und Intermodal-Nutzung | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |

Im Folgenden werden die Projektaktivitäten im Rahmen der geplanten Arbeitspakete beschrieben.

AP B3.1:

In diesem Arbeitspaket sollen die Schnittstellen zwischen den Elementen des Gesamtprojektes und den zu verwendenden Kommunikationsprotokollen spezifiziert werden.

Die Elemente des Gesamtprojektes sind der Backend-Server, die SteigtUM-App, die CityBoxen und die Pedelecs.

Das Backend hat eine Verbindung mit den CityBoxen und der SteigtUM-App, aber nicht mit den Pedelecs.

Als Kommunikationsprotokoll werden SSL gesicherte WebSockets verwendet. Diese ermöglichen eine verschlüsselte bidirektionale Kommunikation (beide Seiten können Anfragen und Antworten senden) über eine dauerhaft bestehende Verbindung. Diese war für das Projekt zwingend erforderlich.

Die Nachrichten werden im JSON-Format ausgetauscht. Alle Nachrichten beinhalten die folgenden Parameter:

Anfrage:

| Parameter | Bedeutung |
|-----------|--------------------------------|
| ID | Eindeutige fortlaufende Nummer |
| Kind | Art der Nachricht (query) |
| Call | Auszuführende Funktion |

Antwort

| Parameter | Bedeutung |
|-----------|--|
| ID | ID der Anfrage |
| Kind | Art der Nachricht (response) |
| Call | Beantwortende Funktion (=Anfragefunktion) |
| ResultNo | Ähnlich HTTP-Statuscodes |

Weitere Informationen werden innerhalb eines "Data" Objektes übertragen. Diese Informationen sind je nach verwendeter Schnittstellenfunktion unterschiedlich.

Mit den in diesem Arbeitspaket beschriebenen Punkten wurde ein Grundkonzept für die Kommunikation zwischen dem Backend, der CityBox und der SteigtUM-App erstellt.

AP B3.2:

Für die Entwicklung eines sicheren Datenraumes wird während des Reallabors eine Authentifizierung des Nutzers am Universitätsrechenzentrum (URZ) der TU Bergakademie Freiberg mit Hilfe des Shibboleth-Verfahrens durchgeführt.

Dieses Verfahren dient der Nutzerauthentifizierung ohne Nutzerinformationen an das Backend übertragen zu müssen.

Nach der Anmeldung des Nutzers im SteigtUM-System erhält der Nutzer einen Link zur Anmeldeseite des URZ. Das SteigtUM-System erhält vom URZ eine Bestätigung für die Nutzeranmeldung. Dabei wird eine eindeutige Nutzer-ID übermittelt. Das Datum und die ID werden im SteigtUM-System gespeichert. Der Nutzer muss sich alle 90 Tage erneut am URZ anmelden.

Ohne eine Authentifizierung durch das URZ hat der Nutzer keinen Zugriff auf die Funktionen des Systems.

AP B3.3

In diesem Arbeitspaket wurde ein Konzept entwickelt, damit das Gesamtsystem sowohl für offene- als auch für geschlossene Betreibermodelle verwendet werden kann.

Bei einem geschlossenen Betreibermodell handelt es sich um Unternehmen und es gibt eine feste Anzahl von Fahrzeugen, Ladeboxen und Nutzern. Die Verwaltung des Systems (inklusive Anlegen von Nutzern) wird hier von einem unternehmensinternen Administrator durchgeführt.

Beim offenen Betreibermodell handelt es sich um ein Modell mit unbekannter Anzahl an Nutzern. Die Anzahl an Fahrzeugen und Ladeboxen ist zunächst vorgegeben, muss aber dynamisch erhöht werden können. Die Verwaltung der Fahrzeuge und Ladeboxen muss vom Dienstleister selbst durchgeführt werden und die Nutzer müssen sich selbst registrieren können.

Dieses Arbeitspaket umfasst vor allem Funktionen zur Nutzerverwaltung, die Verwaltung der Infrastruktur (CityBox, Fahrzeuge) im Backend und Funktionen zur Benachrichtigung des Nutzers. Die meisten dieser Funktionen können nur von Projektmitarbeitern verwendet werden.

Nutzerverwaltung:

- Registrierung
- Login/Authentifizierung
- Nutzerdaten ändern (Passwort, Nutzergruppe)
- Nutzer löschen
- Nutzer sperren
- Nutzer auflisten

CityBox Verwaltung:

- CityBox erstellen
- CityBox bearbeiten
- CityBox/ Ladeplätze aktivieren/deaktivieren
- Manuelle Bedienung der CityBox

Verwaltung von Fahrzeugen:

Bei den Fahrzeugen handelt es sich um Pedelecs und Scooter.

- Anlegen von Fahrzeugen
- Bearbeiten von Fahrzeuginformationen
- Fahrzeug löschen
- Fahrzeug aktivieren/deaktivieren
- Verschieben von Fahrzeugen
- Fahrzeugstatus ändern

Funktionen zur Benachrichtigung:

Hierbei handelt es sich um Funktionen, mit denen Nachrichten im System hinterlegt werden können. Diese werden allen Nutzern beim Start der SteigtUM-App angezeigt.

AP B3.4

Dieses Arbeitspaket beinhaltet 3 Schwerpunkte:

- Feedback-Architektur für Nutzerrückmeldungen
- Anforderungen der DSGVO über personenbezogene Daten
- Entwicklung eines Nutzerrechtessystems

Feedback-Architektur für Nutzerrückmeldungen:

Es wurde ein Dienst auf dem Backend-Server eingerichtet, der sich mit der Datenbank verbindet.

Zusätzlich wurde eine Schnittstelle im Backend eingerichtet, mit der die Nutzer von der SteigtUM-App den Inhalt der E-Mail an das Backend senden können.

Mit der Schnittstelle werden eine „E-Mail-Gruppe“, der Betreff und der Inhalt der Nachricht übertragen.

„E-Mail-Gruppen“ werden in der Datenbank im Backend gespeichert und diesen sind E-Mail-Adressen zugeordnet. An diese E-Mail-Adressen wird die E-Mail versendet.

Anforderungen der DSGVO an personenbezogene Daten:

Im Backend werden die Nutzungsdaten zu einer Person gespeichert. (Ausleihzeitraum, Ausleihort, Rückgabeort). Diese Daten können im Backend keiner realen Person zugeordnet werden. Für den Nutzer ist nur ein zufällig generierter Code hinterlegt. Die personenbezogenen Daten hat nur das Universitätsrechenzentrum (URZ) der TU Bergakademie Freiberg (siehe AP B3.2).

Entwicklung eines Nutzerrechtessystems:

Die Nutzerrechte werden im Backend über Nutzergruppen verwaltet.

Aktuell sind folgende Nutzergruppen im Einsatz:

- App
- CityBox
- Super Admin
- Admin
- Hotline
- Service IET
- Service IMKF

Für jede Nutzergruppe ist im Backend hinterlegt, welche Schnittstellen von einem Nutzer dieser Gruppe aufgerufen werden dürfen.

Hat ein Nutzer nicht die Rechte für eine Schnittstelle, dann bekommt er als Antwort eine Fehlermeldung vom Backend.

Registriert sich ein Nutzer im System, dann wird dieser Nutzer immer mit der Nutzergruppe „App“ angelegt.
Nur Nutzer von der Gruppe "Super Admin" dürfen die Nutzergruppe eines Nutzers ändern.

AP B3.5, B3.6

In diesen Arbeitspaketen wurde eine Schnittstelle zur Übertragung von Prozessdaten von der CityBox an das Backend erstellt.

Da es keine direkte Kommunikation zwischen den Pedelecs und dem Backend gibt, können die Daten von Pedelecs nur indirekt über die CityBox an das Backend weitergeleitet werden.

Zu Beginn des Projektes stand noch nicht fest, welche Daten übertragen werden sollen. Deswegen wurde eine Schnittstelle entwickelt, die jederzeit für weitere Informationen angepasst werden kann.

Das Backend stellt zyklisch eine Anfrage an alle verbundenen CityBoxen über diese Schnittstelle. Die CityBoxen senden die vorhandenen Daten in der Antwort.

Ebenfalls können Antworten ohne vorherige Anfrage verarbeitet werden. Dadurch können die CityBoxen, wenn es notwendig ist, jederzeit die Daten an das Backend senden.

Diese Schnittstelle wird unter anderem verwendet, um den Ladestand der Pedelecs in den Ladeplätzen zu erfassen.

Anhand des Ladestandes werden Pedelecs für Reservierungen freigegeben (siehe AP B3.7).

AP B3.7

Es wurde zuerst ein einfaches Ticketsystem entwickelt, in dem der Reservierungszeitraum nicht berücksichtigt wurde (Solange ein Pedelec reserviert/ausgeliehen war, konnte keine weitere Reservierung für das Pedelec erstellt werden).

Dafür wurden folgende Schnittstellen entwickelt:

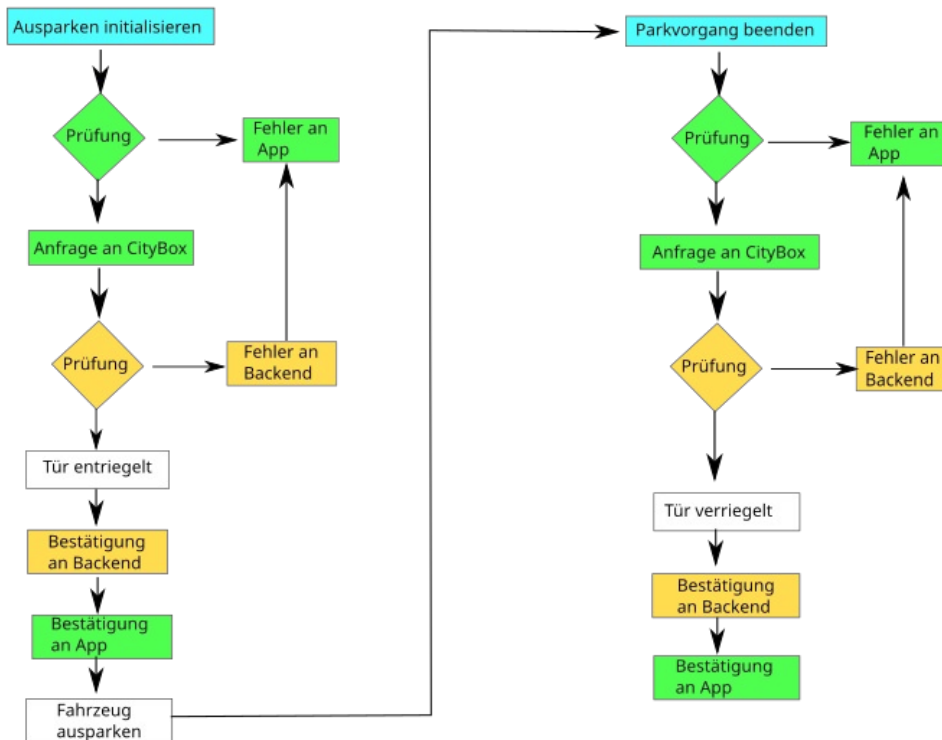
- Reservierung erstellen, bearbeiten, löschen
- Pedelec ausleihen
- Pedelec zurückgeben
- Parkvorgang starten/stoppen
- Auflisten der verfügbaren Pedelecs/freien Ladeplätze

Dieses vereinfachte System wurde verwendet, um die Abläufe beim Ausleihen und Zurückgeben des Pedelecs zu testen.

Hier war die Herausforderung, dass die Kommunikation zwischen der SteigUM-App, dem Backend und der CityBox stattfinden musste.

Die folgende Grafik zeigt die Kommunikation für das Ausparken eines Pedelecs.

Legende: App Backend CityBox



Im zweiten Schritt wurde das Ticketsystem um einen Reservierungsplan erweitert.

Das ermöglicht die Reservierung von Pedelecs in einem angegebenen Zeitraum.

Für die Umsetzung wurden die bereits genannten Schnittstellen erweitert und eine neue Schnittstelle zum Auflisten des Reservierungsplans erstellt.

Ein Problem im Reservierungssystem ist die Entstehung von Konflikten, ausgelöst durch zum Beispiel die verspätete Rückgabe oder das zu späte Ausleihen eines Pedelecs.

In einem System mit ausreichend Ladeplätzen und Pedelecs können solche Konflikte durch die Verwendung eines anderen verfügbaren Pedelecs/Ladeplatzes ausgeglichen werden.

Für das Forschungsprojekt waren aber nur 3 CityBoxen mit je 5 Ladeplätzen und ungefähr 10 Pedelecs eingepflanzt.

Im Falle eines Konfliktes werden Reservierungen auf ein anderes verfügbares Pedelec oder Rückgaben auf einen anderen verfügbaren Ladeplatz umgebucht. Aber durch das kleine Gesamtsystem ist diese Option nicht immer gegeben.

Aus diesem Grund wurde versucht, das Konfliktpotenzial weitestgehend zu reduzieren.

Das wurde unter anderem mit Kulanzzeiten umgesetzt. Ein Pedelec ist im Reservierungsplan für weitere Reservierungen eine gewisse Zeit gesperrt. Dadurch gibt es einen Puffer für spätere Rückgaben und die benötigte Zeit für das Laden des Pedelecs.

Das Pedelec wird automatisch wieder freigegeben, wenn es nach der Reservierung am Ladeplatz steht und der Akku ausreichend geladen ist.

Hier musste die anwenderfreundliche Nutzung mit dem Auftreten von Konflikten abgewogen werden.

AP B3.9

Ein Punkt in der Community-Logistik ist die Verteilung der Pedelecs in den CityBoxen. Es soll nach Möglichkeit verhindert werden, dass eine CityBox vollständig belegt ist und an einer anderen keine Pedelecs stehen.

Dafür wurden einzelne Schnittstellen entwickelt, z. B. die Anzeige des Belegungsplans für die Pedelecs.

Durch die späte Eröffnung der CityBoxen am Bahnhof / Audimax im Jahr 2023 und die Winterpause bis März 2024 war eine weitere Betrachtung der Community-Logistik im Verlauf des Projektes nicht möglich.

AP B3.10

In diesem Projektpunkt ging es um die Begleitung des Reallabors im Sinne von kontinuierlicher Wartung und Tests am Backend sowie Problemanalysen und Anpassungen der Schnittstellen.

AP C1.7

Für die Untersuchung des stationären Sharing-Konzepts wurde eine Übersicht zu allen durchgeführten Reservierungsvorgängen erstellt.

Diese Übersicht wurde regelmäßig den Projektpartnern zur Verfügung gestellt. Auch ist die Abfrage der Daten über eine Schnittstelle möglich.

Während des Reallabors wurde die Übersicht regelmäßig erweitert. Dafür war es auch notwendig, Schnittstellen anzupassen. Unter anderem wurden Schnittstellen für Reservierungen und das Ausleihen von Pedelecs angepasst.

AP C2.5

Bei der intermodalen Nutzung geht es um die gemeinsame Nutzung des ÖPNV und der Pedelecs aus dem SteigtUM-Projekt.

Eine intermodale Reservierungen erfolgen über eine ÖPNV-App des Projektpartners PROJEKTIONISTEN GmbH. Diese enthält in der Streckenplanung die Pedelecs des SteigtUM Projekts.

Für die Reservierung der Pedelecs wird die SteigtUM-App geöffnet und dort eine vorläufige Reservierung erstellt. Die ÖPNV-App erhält von der SteigtUM die Reservierungsnummer.

Beim Kauf des Tickets wird die Reservierung im Backend von der ÖPNV-App bestätigt.

Dafür waren im Backend folgende Anpassungen notwendig:

- Neuer Reservierungstyp für die intermodale Reservierung
- Neuer Reservierungsstatus – unbestätigte Reservierung
- Neue Schnittstelle zur Bestätigung von Reservierungen
- Neue Schnittstelle zum Anzeigen einer konkreten Reservierung
- Anpassung von Schnittstellen zur Anzeige von Informationen
 - Reservierungen auflisten, Fahrzeuge auflisten etc.

2. Eingehende Darstellung

2.1 Ergebnisse

Im Rahmen des Teilprojektes wurde ein Kommunikations- und Logistik-Backend entwickelt, das einerseits für die Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten des Gesamtsystems verantwortlich ist und andererseits das gesamte System virtuell abbildet und verwaltet.

Kommunikation:

Für die Kommunikation bauen die Systemkomponenten (CityBox, Steigum-App) eine WebSocket-Verbindung mit dem Backend auf. Die Nachrichten werden im JSON-Format mit einem definierten Aufbau für Anfragen und Antworten übertragen.

Die Nutzerauthentifizierung erfolgt mit dem Shibboleth-Verfahren am Universitätsrechenzentrum (URZ) der TU Bergakademie Freiberg. Nur authentifizierte Nutzer können die Funktionen des Systems verwenden.

Verwaltung des Systems:

Im Backend werden alle für den Betrieb notwendigen Elemente des Gesamtsystems virtuell abgebildet. Dadurch, dass jede Anfrage über das Backend läuft und jede Anfrage eine bestimmte Aktion auslöst, kann das virtuelle System auf dem aktuellen Stand gehalten werden.

Folgende Elemente des Gesamtsystems werden virtuell abgebildet:

- CityBoxen inklusive der Ladeplätze
- Pedelecs und Scooter
 - Ladestand
 - Zustand
- Nutzer
 - Nutzerrechte
 - Guthaben
- Reservierungen
- Ausleihvorgänge
- Belegungsplan

Zusammengefasst wurde ein Backend erstellt, das das reale System als digitalen Zwilling abbildet.

2.2 Voraussichtliche Nutzung der Ergebnisse

Die technischen Ziele des Projektes wurden erreicht bzw. teilweise übertroffen. Ungeachtet dessen haben sich beim Verwertungsplan gravierende Änderungen ergeben, die zu deutlichen Abweichungen zu den Antragsunterlagen zu Projektbeginn geführt haben. Darauf wurde auch schon in den Zwischenberichten eingegangen.

Nicht mehr gegebene Ausgangspunkte für den Verwertungsplan:

Der inzwischen insolvente Fahrradhersteller Sachsenring Bike Manufaktur (ursprünglich geplantes Mitglied im Projektkonsortium) steht für Unterstützungen bei der Verwertung nicht zur Verfügung.

Die uns zu Projektbeginn bekannten Pläne für ein regionales StartUp, das zu entwickelnde StartUp mittels externer Investoren überregional auszurollen, werden nicht mehr weiter verfolgt.

Neu hinzugekommene Aspekte, die die Vermarktung erschweren:

Der Boom der Fahrradbranche, der insbesondere während der Zeiten der Corona-Einschränkungen zu verzeichnen war, ist vorbei. Die Fahrradindustrie in ganz Europa befindet sich in einer Krise, bedingt durch hohe Lagerbestände, steigende Kosten und einen intensiven Preiskampf. Der Absatz von Fahrrädern (ohne Motor) und E-Bikes fiel 2023 in Deutschland um 13 % im Vergleich zum Vorjahr. Vor diesem Hintergrund ist kaum Bereitschaft von Fahrradherstellern gegeben, Investitionen zu tätigen, um die Produktpalette zu erweitern.

Der Feldversuch brachte ein Nutzerverhalten hervor, das selbst bei kostenloser Ausleihe eine deutlich geringere Nachfrage nach E-Lastenfahrrädern zeigte, als vom Projektteam erhofft. In Kombination mit einem 5-stelligen Preis für die genutzten E-Bikes sowie den Kosten der Infrastruktur (Ladestation) sowie deren Pflege und Wartung wäre auf aktueller Basis pro Ausleihe ein Preis von mindestens 10 Euro erforderlich, womit wir uns zwischen Taxipreis und Scooter-Ausleihe befänden.

In vielen Städten (z. B. Berlin, München) werden mit Blick auf deren Bestrebungen zum Klimaschutz Lastenfahrräder inzwischen KOSTENLOS zum Verleih angeboten. Der Marktvorteil unseres Systems beschränkt sich damit auf die e-Unterstützung der Lastenräder, die mit einer Einschränkung der Übertragbarkeit unseres Mikromobilitätssystems auf Städte mit „bergigem“ Profil bedeutet.

Das 49-Euro-Ticket erweist sich als Katalysator für den ÖPNV. Die Bereitschaft für Besitzer des 49-Euro-Tickets, Geld für zusätzliche Mikromobilitätsalternativen auszugeben, wird dadurch allerdings gebremst.

Neu hinzugekommene Aspekte, die neue Vermarktungschancen bieten:

Das System erweist sich als besonders geeignet für die Nutzung durch geschlossene Nutzergruppen (z. B. Wohnungsgesellschaften).

Es ist vorstellbar, dass im Zusammenhang mit Klimaschutzbemühungen einzelner Städte solche Systeme durch Kommunen direkt erworben werden. (Entsprechende Bezuschussungen für Lastenfahrräder etc. können den dortigen Finanzbedarf deutlich reduzieren.)

Langfristige Aspekte, die langfristig Vermarktungschancen bieten können:

Die politischen Rahmenbedingungen lassen erwarten, dass der Individualverkehr mit Verbrennermotoren zunehmend aus den Innenstädten gedrängt wird. In diesem Fall würde sich die Nachfrage nach innerstädtischen Transportalternativen massiv erhöhen und man kann Lösungen anbieten.

Realistischer Ansatz:

Aktuell erwirtschaften wir 6.000 Euro pro Jahr aus der softwaretechnischen Wartung eines installierten Systems.

Ungeachtet dessen ist es unabdingbar, dass die Rentierlichkeit entsprechender Projekte eine massive Reduktion der Herstellkosten für die E-Bikes voraussetzt, die außerhalb unseres Einflussbereiches liegt.

Die politischen Rahmenbedingungen (Klimaschutzbestrebungen der Städte, Förderung entsprechender Investitionen) sind entscheidend für die Verwertungschancen des Projektes. Ohne diese exakt zu kennen, ist ein Verwertungsplan mit zu vielen Unbekannten versehen.

Unter der (fragilen) Annahme, dass pro Jahr ein bis zwei weitere Systeme installiert werden, könnte der jährliche Umsatz aus diesem Projekt (reine Wartung ohne Systeminstallation) innerhalb der nächsten 10 Jahre auf etwa 100.000 Euro p. a. gesteigert werden.

Voraussetzung dafür ist die Verbreitung der Erfahrungen aus dem Pilotprojekt an die verschiedenen Entscheidungsträger. Dazu gilt es auch, die gewonnenen Erfahrungen aus

dem bereits laufenden Projekt zu verallgemeinern und passend zu präsentieren (kommunale Tagungen, Fachzeitschriften etc.). Dies kann nur in Abstimmung mit den anderen Projektteilnehmern vorgenommen werden.

Zusätzlicher Nebeneffekt der Verwertung:

Die Logik des von uns entwickelten Backends ist auch für andere Projekte unseres Unternehmens einsetzbar, die wir ursprünglich gar nicht „auf dem Schirm“ hatten.

Aktuell nutzen wir diese Lösung, um ein Register zur Verwaltung von Flüssiggasflaschen aufzubauen. Ein bereits an uns erteilter Auftrag, den wir ohne die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse nicht bekommen hätten, beläuft sich auf ca. 100 T€. Weitere Folgeaufträge sind nicht ausgeschlossen.

2.3 Veröffentlichung des Ergebnisses

Es wurden keine wissenschaftlichen Publikationen in der Laufzeit des Projektes gemacht und es sind zurzeit auch keine geplant.

Kurzbericht

Projekt SteigtUM!:

System elektrischer Kleinfahrzeuge zum privaten und gewerblichen Transport als ganzheitlicher Lösungsansatz urbaner Mobilitätsprobleme (Förderkennzeichen: 16SV8271)

Teilvorhaben:

Entwicklung eines auf das Gesamtsystems zugeschnittenen Logistik- und Kommunikationsbackends.

Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2019 - 31.05.2024

In dem Projekt „SteigtUM“ wurde ein abgestimmtes System aus

- Alltagstauglichen, flexiblen, sicher und einfach nutzbaren elektrischen Kleinfahrzeugen
- einer Verleih- und Ladeinfrastruktur
- einer universellen Nutzerschnittstelle aller Systemkomponenten

entwickelt.

Für ein solches System wurden die folgenden Kernkomponenten und Funktionen benötigt:

- die Entwicklung eines alltagstauglichen Lastenpedelecs (Pedelec)
- eine Verleih- und Ladeinfrastruktur (CityBox)
- eine Benutzerschnittstelle für Smartphones (Steigum-App)
- ein Kommunikations- und Logistik-Backend (Backend)

Das anvisierte Gesamtsystem hat das Ziel, die Flexibilität des ÖPNV in Freiberg durch intelligente und schnelle Vernetzung mit CityPed, CityTrunk und CityScooter zu erweitern und den Individualverkehr von PKWs zu reduzieren.

Die Aufgabe von Apromace bestand in der Entwicklung eines Kommunikations- und Logistik-Backends.

Dies beinhaltet:

- Die Entwicklung einer einheitlichen Schnittstelle zwischen allen Bestandteilen des Gesamtsystems
- Funktionen zur Kommunikation zwischen den Systemelementen (Backend, Steigtum-App, CityBox)
- Die Verwaltung aller Systemkomponenten und eines Verleihsystems in einer Datenbank.
- Implementierung einer Datenschnittstelle
- Kontrollsystem zur Überwachung von Pedelecs, CityBoxen
- Unterstützung für Auswertungen im Reallabor

Das zentrale Ergebnis des Teilprojektes war die Entwicklung eines Kommunikations- und Logistik-Backends, das einerseits für die Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten des Gesamtsystems verantwortlich ist und andererseits das gesamte System virtuell abbildet und verwaltet.

Zur Kommunikation wird eine WebSocket-Verbindung von den Systemkomponenten (CityBox, Steigum-App) mit dem Backend hergestellt. Die Nachrichten werden im JSON-Format mit einem definierten Aufbau für Anfragen und Antworten übertragen.

Die Nutzerauthentifizierung erfolgt mit dem Shibboleth-Verfahren am Universitätsrechenzentrum (URZ) der TU Bergakademie Freiberg. Nur authentifizierte Nutzer können die Funktionen des Systems verwenden.

Im Backend werden alle für den Betrieb notwendigen Elemente des Gesamtsystems virtuell abgebildet. Dadurch, dass jede Anfrage über das Backend läuft und jede Anfrage eine bestimmte Aktion auslöst, kann das virtuelle System auf dem aktuellen Stand gehalten werden.

Folgende Elemente des Gesamtsystems werden virtuell abgebildet:

- CityBoxen inklusive der Ladeplätze
- Pedelecs und Scooter
- Nutzer
- Reservierungen
- Ausleihvorgänge
- Belegungsplan

Zusammengefasst wurde ein Backend erstellt, das das reale System als digitalen Zwilling abbildet.

Berichtsblatt

| | |
|---|--|
| 1. ISBN oder ISSN | 2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht |
| 3. Titel Schlussbericht zum Teilprojekt "Entwicklung eines auf das Gesamtsystems zugeschnittenen Logistik-und Kommunikationsbackends" im Rahmen des Verbundprojektes "System elektrischer Kleinfahrzeuge zum privaten und gewerblichen Transport als ganzheitlicher Lösungsansatz urbaner Mobilitätsprobleme" | |
| 4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Brunsch, Rene | 5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.05.2024 |
| | 6. Veröffentlichungsdatum |
| | 7. Form der Publikation Document Control Sheet |
| 8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) apromace data systems GmbH | 9. Ber.-Nr. Durchführende Institution |
| | 10. Förderkennzeichen 16SV8271 |
| | 11. Seitenzahl 13 |
| 12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 11055 Berlin | 13. Literaturangaben |
| | 14. Tabellen |
| | 15. Abbildungen |
| 16. DOI (Digital Object Identifier) | |
| 17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin, 13.11.2024 | |
| 18. Kurzfassung In dem Projekt „SteigtUM“ wurde ein abgestimmtes System aus alltagstauglichen elektrischen Kleinfahrzeugen, einer Verleih- und Ladeinfrastruktur und einer universellen Nutzerschnittstelle entwickelt. Für ein solches System wurden die folgenden Funktionen benötigt: <ul style="list-style-type: none"> • die Entwicklung eines alltagstauglichen Lastenpedelecs (Pedelec) • eine Verleih- und Ladeinfrastruktur (CityBox) • eine Benutzerschnittstelle für Smartphones (Steigum-App) • ein Kommunikations- und Logistik-Backend (Backend) <p>Das Gesamtsystem hat das Ziel, die Flexibilität des ÖPNV in Freiberg durch intelligente und schnelle Vernetzung mit CityPed und CityScooter zu erweitern und den Individualverkehr von PKWs zu reduzieren.</p> <p>Die Aufgabe von Apromace bestand in der Entwicklung eines Kommunikations- und Logistik-Backends. Dies beinhaltete:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Entwicklung einer Kommunikations-Schnittstelle • Funktionen zur Kommunikation zwischen den Systemelementen • Die Verwaltung des Gesamtsystems im Backend • Implementierung einer Datenschnittstelle • Kontrollsystem zur Überwachung von Pedelecs, CityBoxen <p>Zur Kommunikation wird eine WebSocket-Verbindung von den Systemkomponenten mit dem Backend hergestellt. Die Nachrichten werden im JSON-Format mit einem definierten Aufbau für Anfragen und Antworten übertragen. Die Nutzerauthentifizierung erfolgt mit dem Shibboleth-Verfahren am Universitätsrechenzentrum (URZ) der TU Bergakademie Freiberg. Nur authentifizierte Nutzer können die Funktionen des Systems verwenden.</p> <p>Zusammengefasst wurde ein Backend erstellt, dass das reale System als digitalen Zwilling abbildet. Es enthält die CityBoxen inklusive der Ladeplätze, Pedelecs und Scooter, Nutzer, Reservierungen, Ausleihvorgänge und dem Belegungsplan.</p> | |
| 19. Schlagwörter | |
| 20. Verlag | 21. Preis |