Modellregion Elektromobilität 2013

Endbericht

Programmsteuerung:
Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:
Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC)

1 Projektdaten

Projekttitel	Floating Fleet	
Projektnummer	KR13EM6K11188	
Programm	Modellregionen Elektromobilität Ausschreibung 2013	
Beauftragter	e-mobility Graz GmbH DI Robert Schmied	
Projektpartner	SOREX Wireless Solutions GmbH Gigatronik Austria GmbH StadtLABOR Graz	
Projektstart und Dauer	Projektstart: 15.01.2014	Dauer: 24 Monate
Synopsis: Das E-Fahrrad-Verleihsystem der Modellregion Großraum Graz (*Graz Bike*) ist derzeit nicht für einen Free Floating Betrieb geeignet, wodurch Usability und Attraktivität für potentielle BenutzerInnen unzureichend sind. Im Projekt wird ein Absperrsystem entwickelt, welches die Usability von Verleihvorgängen erleichtert und damit die Attraktivität von Fahrradverleihsystemen erhöht. Dabei wird ein Fahrradschloss entwickelt, welches mittels einer Smartphone- APP bedient werden kann und damit eine Floating Fleet gewährleistet.		

2 Inhaltliche Beschreibung des Projektes

2.1 Kurzfassung (max. 2 Seiten)

Kurzbeschreibung des Projektes (Ausgangssituation, Ziele, Methoden, Tätigkeiten):

Das E-Fahrrad-Verleihsystem der Modellregion Großraum Graz („Graz Bike“) steht vor dem massivem Problem, dass der existierende Verleihvorgang von E-Fahrrädern keine Floating Fleet zulässt und damit die Usability und Attraktivität des Verleihsystems für potentielle BenutzerInnen unzureichend sind.
Bedingt wird dies dadurch, dass die derzeitig am Markt befindlichen Absperrsysteme in ihrer Funktionalität und Bedienbarkeit unzulänglich sind und dadurch die Ausgabe der E-Fahrräder nur persönlich erfolgen kann. Dadurch ist der Betrieb der Verleihstellen sehr personalintensiv und somit außerhalb der normalen Öffnungszeiten, wie am Wochenende oder an den Tagesrandzeiten u.a. bei Pendlern, nicht finanzierbar bzw. rechtlich limitiert. Die Aufstellung von automatischen, im Grund fest verankerten Verleihstationen ist oftmalig im geschützten Altstadtbereich nicht erwünscht. Oftmalig fehlen auch geeignete Flächen zur Installation von Verleihstationen.
Spezielle, am Markt befindliche E-Fahrräder für Selbstbedienungs-Verleihstationen sind sehr teuer und auch in der Funktion für eine Floating Fleet begrenzt, da sie wiederum in Verleihstationen zurückgegeben werden müssen. Ein Zusatznutzen einer Floating Fleet ist die erfahrungsgemäß beträchtliche Erweiterung des Aktionsradius, da der Benutzer das E-Fahrrad nicht an den Ausgabepunkt zurück bringen muss.

Übergeordnetes Ziel des Projekts ist es die Machbarkeit einer Floating Fleet mittels eines neuen elektronischen Fahrradschlosses (Verschlusssystems) inkl. der zugehörigen Smartphone-App und IT-System zur Buchung und Benutzung zu untersuchen und auf ihre Praxistauglichkeit zu testen.

Konkret soll dies durch die prototypische Entwicklung eines kostengünstigen, elektromechanisch versperrbaren, mittels Bluetooth Low Energy mit dem Smartphone kommunizierenden rahmenfestes Bügelschloss (kurz: BLE-Schloss) inkl. der zugehörigen Smartphone-App und dem IT-Betriebssystem erfolgen. Die Funktionalitäten umfassen:

- Ver- und Entriegelung mit jedem Bluetooth Low Energy-fähigen Smartphone
- Übermittlung der Abstellposition mittels GPS-Positionsangaben und Darstellung in einer Karte an den Vermieter
- Übermittlung des Ladezustands an den Vermieter
- Smartphone-App zum Auffinden in einer Karte der vermietbaren E-Fahrrädern für den Mieter

- Automatisierung des Miet- bzw. Buchungsvorgangs mittels Smartphone-App
- Anzeigen der Ladezonen an den Mieter mittels Smartphone-App
- Einfache und kostengünstige Nachrüstbarkeit des BLE-Schlosses für alle E-Fahrräder

Wesentlich ist hierbei zu erwähnen, dass gemäß diesen Anforderungen das BLE-Schloss theoretisch für den Betrieb einer Floating Fleet mit einer GPS-Funktionalität ausgestattet werden muss, welches einen zu hohen Stromkonsum mit sich bringen würde. Eine Lösung zur Verbesserung soll im Rahmen des Projektes untersucht werden.

Die Überprüfung der Machbarkeit der zu kombinierenden Technologien von Smartphone, BLE-Schloss und praxistauglichem Floating Fleet Betrieb bildet ein weiteres wichtiges Glied in der Prozesskette von Sharing- und Verleihsystemen in der Modellregion Graz.

Resultate und Schlussfolgerungen:

Als Resultat liegen folgende Hard- und Software als Prototypen vor:

- Smartphone-App für den Betreiber und Mieter in iOS und Android mit Benutzeranmeldung, Kartendarstellung, Fahrradauswahl, Entleihzeit- und Kostenanzeige, Datenverschlüsselung und Kommunikationsschnittstelle zur Öffnung des BLE-Schlosses mittels Bluetooth Low Energy.
- Smartphone-App in iOS zum Initialisieren der BLE-Schlösser um diese mit dem kryptographischen Schlüssel mit dem Server Backend zu verbinden.
- Server Backend zur Erstellung und Verteilung der kryptographischen Schlüssel für die Bedienung des BLE-Schlosses.
- Smartphone-App zu Entwicklung der Platine und dem Test des Systems.
- Web-Portal zum Anlegen der E-Fahrräder für den Verleih, für den Betrieb des Floating Fleet Verleihes und für das Anlegen der Mieter und Betreiber Accounts.
- Platine mit einem Bluetooth Low Energy Chip zur Kommunikation mit dem Smartphone und einem Mikroprozessor zur Verschlüsselung und der Ansteuerung der Elektromechanik des BLE-Schlosses.
- BLE-Schloss Gehäuse in Kunststoff 3D Druck mit der Sensorik und den Sperrzylinder inklusive der Aufnahme von Akkumulatoren und der Platine und der Mechanik für die Absperrung und die Befestigung einer Absperrkette. Auf Grund der Betriebssicherheit und der Bauvereinfachung wurde eine autonome Batterieversorgung gewählt und nicht der Anschluss an den Stromspeicher des E-Fahrrades. Eine Schnittstelle zur Erweiterung und Anbindung an einen E-Fahrrad-Akkumulator liegt jedoch vor.

Folgende Ansätze wurden gewählt:

Zur einfachen Öffnung über das Smartphone wurde nicht Bluetooth verwendet, da hierbei eine Eingabe eines Nummerncodes erforderlich wäre, sondern Bluetooth Low Energy, da hier die Eingabe eines Codes entfallen kann. Der Energieverbrauch mit Bluetooth Low Energy ist wesentlich geringer als Bluetooth, wodurch eine angestrebte Betriebsdauer mit einem Batteriesatz von einer Saison erreicht werden kann.
Beim Absperrvorgang ist eine Koppelung zwischen BLE-Schloss und Smartphone mit ungefähr einem Meter Nähe erforderlich. Dabei wird die GPS-Position mit dem Smartphone ermittelt und an das Server Backend übertragen. Hierdurch kann die genaue Position des abgestellten E-Fahrrades ermittelt werden und ein zusätzlicher GPS-Empfänger im BLE-Schloss kann hierdurch entfallen, wodurch sehr viel Energie eingespart werden kann.
Um die höchste Sicherheit zu erreichen werden die kryptographischen Schlüssel zum Bedienen des BLE-Schlosses am Server Backend generiert und bei jedem Sperrvorgang an das Smartphone gesendet. Somit werden diese Schlüssel nicht in der Smartphone-App selbst erstellt, wodurch eine Dekomprimierung (Hacken) der Smartphone-App keine Manipulationsmöglichkeiten der Datensicherheit zulässt.

Die Smartphone-App in iOS und Android für den Mieter ist prototypisch fertig entwickelt und kann folgende Funktionen ausführen:

- Erkennen des Fahrrades über das vom BLE-Schloss ausgesendete Bluetooth Low Energy Signal
- Verortung der Fahrräder bei Koppelung des E-Schlosses mit dem Smartphone über GPS-Daten des Smartphone und Übertragung der Daten an das Server Backend
- Buchung und Rückgabe der Fahrräder mit Koppelung des Smartphone mit dem Server Backend
- Berechnung der Kosten bezogen auf die Mietdauer durch das Server Backend und Übertragung der Daten an das Smartphone. Die Smartphone-App hat selbst auch eine Kalkulationsroutine eingebaut, welche auch ohne Empfang die Zeit und Kosten ermittelt und diese bei Koppelung mit dem Server Backend abgleicht
- Austausch von kryptographischen, elektronischen Schlüsseln zum gesicherten Aufsperren des BLE-Schlosses und Austausch dieser über das Server Backend
- Server Backend Verbindung zur Verwaltung der Fahrräder und Schlösser
- Server Backend Verbindung zur Vergabe der sicheren Software-Schlüssel

Auf Basis von gründlichen Researchs wurden zehn Prototypenschlösser erstellt, wobei fünf davon für den Feldversuch und die übrigen fünf für Testzwecke in der Forschung und Entwicklung dienen sollen. Der Feldversuch wurde mit einer TeilnehmerInnenanzahl von 23 Personen durchgeführt.

Die Evaluierung bestätigt eine im Grunde einfache und gut funktionierende Handhabung der Smartphone-App. Das Schloss wurde wegen seiner Fragilität kritisiert, was sich aufgrund des 3D-Kunststoffdruckes der BLE-Schloss Gehäuse zurückführen lässt. Die Funktionalität war für einen derartigen Feldversuch durchaus ausreichend. Eine stabilere Ausführung wie z.B. aus gefrästen Metallteilen hätte den budgetären Rahmen bei weitem überfordert.

Durch die bisherigen Gespräche mit Herstellern und Anbietern von Verleihsystemen und Fahrradschlössern sind die ersten Resonanzen sehr positiv zu bewerten. Es wurden zahlreiche Gespräche hierzu in Holland mit der Firma AXA geführt, in Deutschland mit den Firmen Nextbike, Abus und Trelock und in Österreich mit der Firma Sycube. Hinzu kommen noch zahlreiche Messeauftritte wie u.a. bei der Urban Future in Graz, der BMW IT Messe in München, der A2A-Fachtgung in Esslingen, der größten Messe für Sicherheitssysteme in Nürnberg, usw.

Ausblick und Zusammenfassung

Die BLE-Schlösser und die Smartphone-App inkl. der IT-Umgebung wurden prototypisch entwickelt und in weiterer Folge von Probanden im Feldversuch zwei Monate lang getestet.

Die Kommunikation zwischen den BLE-Schlössern und der Smartphone-App funktioniert sehr gut und das Updaten der Firmware und bespielen der Software-Schlüssel konnte zufriedenstellend gelöst werden.

Die Einbindung eines Floating Fleet Systems in das Verleihsystem der Stadt Graz wurde in den Tiefeninterviews als notwendig eingeschätzt.

Der derzeitige Stand der Smartphone-App, des Server Backend und des BLE-Schlosses hinsichtlich der Hardware- und der Firmware-Funktionen ist bereits sehr zufriedenstellend, bedarf jedoch einer weitergehenden Entwicklung um einen Serieneinsatz zu ermöglichen.

Die Entwicklung gestaltete sich weitaus schwieriger als angedacht, da die Technologie der Schließsysteme mittels Bluetooth Low Energy sehr neu ist, wodurch das Budget auf Seite der Partner zu ihrem Investment weit überzogen wurde. Durch das geringe Budget für diese umfassende Thematik wurden von Partnern bereits einige Leistungen selbst getragen. Für die Serienüberleitung sind jedoch noch vertiefende Arbeiten notwendig.

2.2 Projektinhalte und Resultate

1. Ausgangssituation / Motivation

Aufgrund des derzeitigen Fahrradverleihsystems in Graz ist kein Floating Fleet Betrieb möglich. Die Usability ist nicht ausreichend, da die Fahrräder nur zu Betriebszeiten für die Interessenten zugänglich sind. Aus diesem Grund sinkt die Attraktivität des derzeitigen Fahrradverleihs und kann somit nur mäßig genutzt werden.
Mithilfe des BLE-Schlosses kann ein Floating Fleet gewährleistet werden. Somit ist kein personalisierter Verleih notwendig und damit ein 24h/7d-Verleih garantiert, welcher die Inanspruchnahme von Fahrradverleihen erhöhen kann. Durch die Ausarbeitung eines Konzeptes und Validierung eines automatischen Floating Fleet Betriebes kann die smarte Mobilität in Graz unterstützt werden und ist weitgehend auf andere Städte ausweitbar.
Die Erkenntnisse aus diesem Projekt übersteigen sehr wohl die Erwartungen, da hier ein vertiefter Einblick in die vorhandenen zukünftigen Technologien entstanden ist, welche sehr wesentlich zur Bewertung von bisherigen und zukünftig umsetzbaren Verleihsystemen dienlich sein wird.

2. Projektziele

Übergeordnetes Ziel des Projekts ist es, die Machbarkeit einer Floatings Fleet mittels eines neuen Fahrradschlosses (Verschlusssystems) inkl. einer Smartphone-App zur Buchung und Benutzung zu untersuchen und auf ihre Praxistauglichkeit zu testen.

Nach einer Testphase kann festgestellt werden, ob ein Verleihprozess, welcher elektronisch abgewickelt wird, möglich ist und sich in der Stadt problemlos integrieren lässt.

Dafür sind folgende Zwischenziele definiert worden:

Ziele	**Umsetzungsgrad**
Technologie-Research	abgeschlossen
Erstellen von 10 prototypischen BLE-Schlösser (kein Serienmodell) inkl. Gehäuse, Platine und Mechanik	abgeschlossen
Erstellen einer prototypischen Smartphone-App in Android und iOS inkl. der IT-Umgebung (Server Backend, Web Portal)	abgeschlossen
Feldversuch und Evaluierung	abgeschlossen
Geschäftsmodell	abgeschlossen
Machbarkeitsstudie	abgeschlossen

3. Tätigkeiten im Rahmen des Projektes inklusive methodischem Zugang

1) Das Projekt startete mit Recherchearbeiten in Form von Desktop Researchs, Internetrecherche, Katalogen, Zukauf von Fremdfabrikaten u.ä.. Auf Basis der Recherchearbeiten und der daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden Rahmenbedingungen für die Umsetzung festgelegt.

Wichtige Erkenntnisse:

- Statistische Daten:[1]

Im Schnitt haben 78% aller Österreicher ein Smartphone mit der oben genannten Kommunikationstechnologie.
Bis 29 Jahre: 92% (Android 60%, iOS 23%)
30-39 Jahre: 85% (Android 53%, iOS 21%)
40-49 Jahre: 73% (Android 39%, iOS 18%)
50-59 Jahre: 59% (Android 32%, iOS 12%)

80% der Handynutzer sind mit Datenpaketen ausgerüstet
88% nutzen das Mobiltelefon „unterwegs“

- Einsatz von Bluetooth Low Energy Technologie

Die Abdeckung von BLE-fähigen Smartphone konnte statistisch exakt nicht ermittelt werden, jedoch kann man bei einer Haltezeit eines Smartphone von wenigen Jahren mit einer Durchdringung von >90% ausgehen. Die Tendenz ist stark steigend, da diese Technologie in vielen anderen Bereichen stark forciert wird.

- Ausführung des Schlosses als rahmenfestes Bügelschloss

Um das Wegrollen des Fahrrades zu verhindern, da es bei einem Kettenschloss möglich wäre dieses zu öffnen und danach wieder zu verschließen ohne die Miete zu begleichen, entschloss man sich dies mittels einer Sperre durch das Hinterrad als rahmenfestes Bügelschloss auszuführen.

Wichtigste Quellen

- Radverkehr in Zahlen, RIZ 2013 *(siehe Anhang):*
- Katalog ABUS, Gesamtkatalog 2013, Mobile Sicherheit
- Zweiradmesse Salzburg am 09/2014

2) Die prototypischen BLE-Schlösser wurden praktisch aus handelsüblichen Bauteilen zusammen gebaut. Als System wurde ein rahmenfestes Bügelschloss gewählt, welches zwei Batterien beinhaltet, eine Platine für die Ansteuerung der Funktionen über Bluetooth Smart (auch genannt Bluetooth Low Energy), einem Stellmotor zum elektrischen Entriegeln des Schlosses und einem Sensor.

[1] Umfrage für Jahr 2013, durchgeführt von Mindtake Research im Auftrag von Mobile Marketing Association Austria (MMA Österreich), veröffentlicht im Rahmen des „Mobile Communications Report 2013“

Aufgrund von Marktforschung, Mediascreening und Technical Research hat man sich zur einfachen Handhabung für das Übertragungsprotokoll Bluetooth Low Energy zwischen dem Fahrradschloss und dem Smartphone entschieden. Die erforderliche Firmware wurde entwickelt und auf der Hardware installiert.

Abbildung 1: Prototypenschloss

3) GPS-Funktionalität wurde nicht auf der Platine verbaut, da der Stromverbrauch bei Standardfahrrädern zu hoch wäre. Dies einerseits durch den relativ hohen Stromverbrauch eines GPS-Empfängers und andererseits müsste im Fahrrad eine Datenübertragung z.B. über SIM-Karte und 3G erfolgen, damit der Standort dem Server Backend mitgeteilt wird, was wiederum hohe Stromkosten mit sich bringt, wie auch hohe Betriebskosten. Um diesen Energiekonsum zu gewährleisten, müsste weiteres ein teurer Akkumulator mitgeführt werden und dieser über den Dynamo stetig geladen werden. Auch bei Elektrofahrrädern bringt das Weglassen eines integrierten GPS- und Datensteuergerätes ein wesentliches Kriterium: Durch die fehlende Dokumentation der unterschiedlichen Fahrräder zum Anschluss bzw. der Verkabelung der Akkus und der Diversität der bestehenden Batterien der Räder wäre zudem die Skalierbarkeit für eine zukünftige Ausrollung nicht gegeben. Weiters würde es durch die nachträgliche elektrotechnische Verbindung mit der Fahrradbatterie zu einem Garantieverlust kommen. Auf Grund dieser Kriterien wurde beschlossen, dass das Smartphone des Benutzers als GPS- und Datensender fungiert, welcher in Reichweite und bei Verbindung mit dem Fahrradschloss über BLE die Position übermittelt.
4) Aus Datenschutzgründen wurde die Regelmäßigkeit der GPS- Übertragung geändert, wobei für die Verortung der Fahrräder nur beim Ausleihvorgang und der Rückgabe GPS-Signale gesendet werden. So kann die Position des Fahrrades zwar nicht zu

jeder Zeit abgefragt werden, jedoch wird die datenschutzrechtlich notwendige Schutzsphäre eingehalten.

5) Die Batterielaufzeit der derzeitigen Prototypen-BLE-Schlösser hält durch das entwickelte Energiemanagement ca. ein Monat. Dies liegt vor allem daran, dass man im Feldversuch mit Platinen-Mustern als Prototyp gearbeitet hatte, um eine kostenoptimalen Projektumsetzung zu gewährleisten. Grundsätzlich ist mit der Optimierung der Hard- und Firmware eine Akkulaufzeit mit 3,6 Volt und zwei AA-Batterien von ca. einem Jahr möglich. Durch Weiterentwicklung einer Serienplatine kann eine Optimierung erreicht werden, sodass der Wartungsintervall (Batteriewechsel) für die Energieversorgung größer als ein Jahr ist. Aus ökologischer Sicht ist es sinnvoll, wenn keine Einweg-Batterien verwendet werden, sondern dass das BLE-Schloss mit Akkumulatoren ausgestattet werden, welche permanent über den Dynamo geladen werden.
6) Es wurden zehn BLE-Schlösser als Prototypen erstellt. Diese stellen aufgrund deren unstabilen Prototypenhülle (Ausführung: 3D Druck Kunststoff) noch keinen Diebstahlschutz dar. Auch die Witterungsbeständigkeit ist bei den Prototypen nicht gegeben. Eine stabile und diebstahlfeste Entwicklung ist für eine Serienüberleitung jedoch in der Vorstellung vorhanden. Kostengünstige Serienproduktion erfordert aber Werkzeug- und Gesenkkosten für die Metallteile, die im Rahmen der Beauftragung nicht realisierbar sind.
7) Für das Projekt wurde sowohl das Fahrradschloss als funktionaler Prototyp aufgebaut, wie auch die Smartphone-Apps und das Server Backend, um einen Feldversuch zu testen und um wesentliche Kenntnisse über einen Verleihsystem mit Floating Fleet Charakter und den technischen Rahmenanforderungen zu erhalten. Die Entwicklung von Komponenten bzw. Software als serienreifer Prototyp war zu keiner Zeit Ziel des Förderprojektes.
8) Zum Betriebstest während den Entwicklungstätigkeiten wurde eine sog. Test-App in Android prototypisch entwickelt.
9) Für den Floating Fleet Feldversuch wurde für den Benutzer und Probanden eine sog. User-App in Android und iOS prototypisch entwickelt.

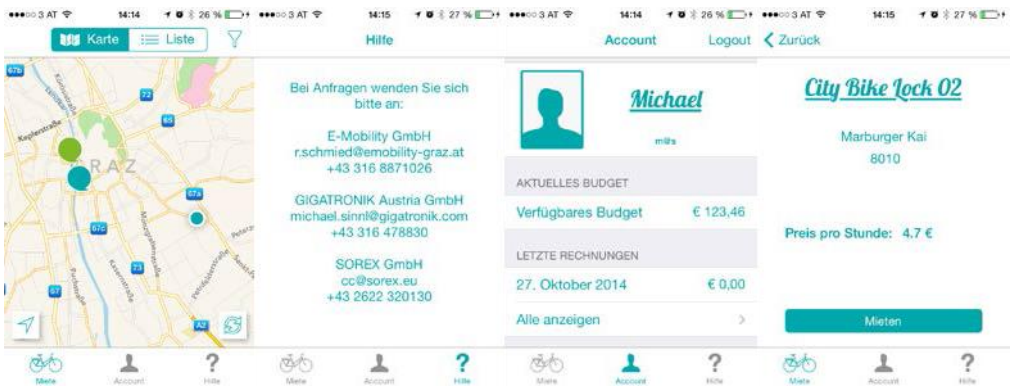

Abbildung 2: 4 Screenshots IOS - APP

10) Für den Feldversuch wurde der Server Backend prototypisch entwickelt, welcher das Fahrrad, die Schlösser, die Probanden, eine Landkarte des Versuchsgebietes und die Sperrcode-Vergabe beinhaltet. Das Server Backend beinhaltet den sog. Lock-Manager in welchem die elektronischen Sperrcodes als kryptographischen Verschlüsselungsalgorithmen generiert werden. Die Datensicherheit wurde auch im Forschungsprojekt schon betrachtet, da dies ein wesentliches Kriterium für den Betreiber darstellt. Darum wurde eine Architektur derart gewählt, dass bei jedem Entsperrvorgang ein kryptographischer Schlüssel am Server generiert wird und dieser einzeln an das Smartphone gesendet wird und dieser dann das Schloss öffnet. Hierdurch ist das System praktisch nicht betrügerisch zu öffnen, da ein Debuggen der App keine Möglichkeit mit sich bringt die Verschlüsselung zu erkennen und nur der technisch sehr gut gesicherte Server diese Codierung enthält, welcher aus heutiger Sicht nur mit sehr großem Aufwand durch Hacker theoretisch bezwungen werden könnte.

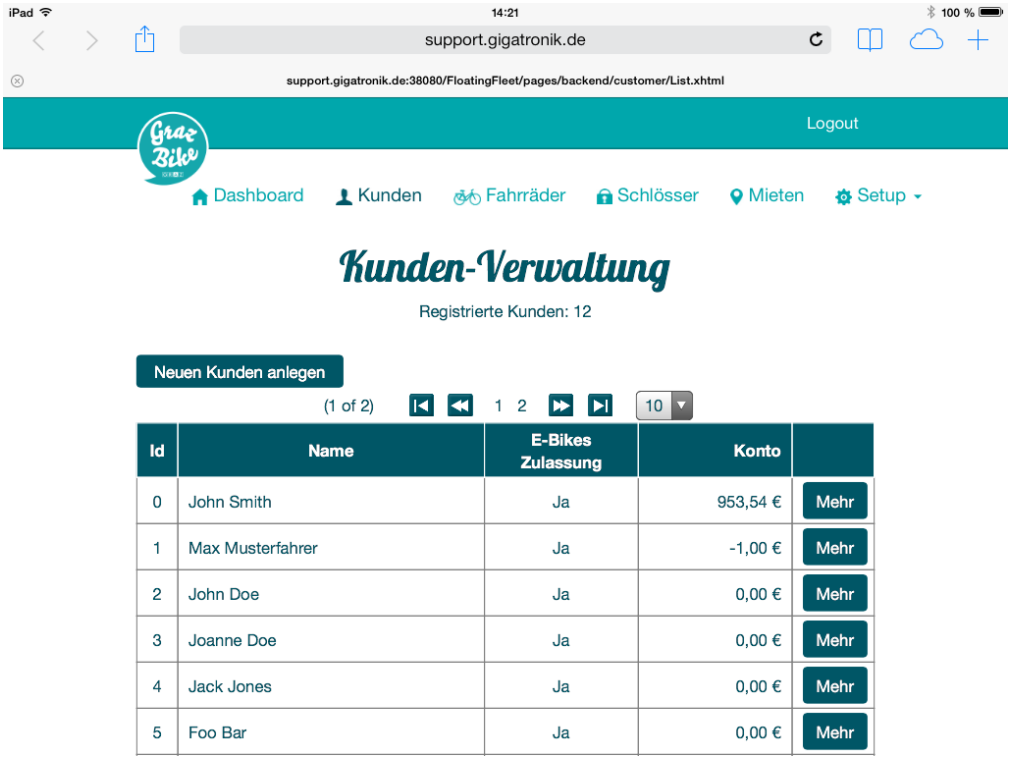

Abbildung 3: Kundenverwaltung

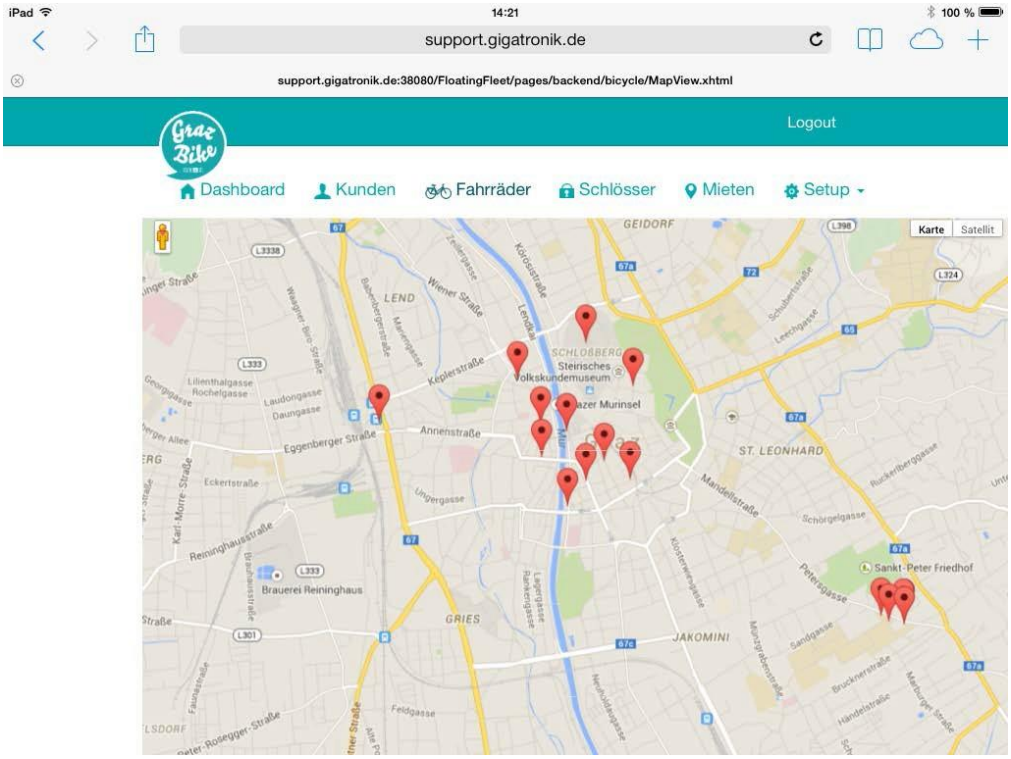

Abbildung 4: Standortabfrage der Fahrräder

Abbildung 5: Fahrrad- Verwaltung

Abbildung 6: Schlossverwaltung

11) Die BLE-Schlösser mit der Hard- und Firmware und die IT-Umgebung wurden mit den Smartphone-Apps abgestimmt und die Funktionen im Wesentlichen für einen Reibungslosen Feldversuch getestet.
12) Ein Feldversuch wurde durchgeführt. Dabei sind fünf Fahrräder inklusive Zahlenschlösser (Diebstahlschutz) und elektronische Prototypenschlösser an Probanden zur Verfügung gestellt worden. 23 Teilnehmer haben am Feldversuch teilgenommen und 2 Monate lange die App und die BLE-Schlösser getestet. Durch die Fragilität der Fahrradschlösser wurden nur vertrauenswürdige Probanden ausgewählt, wodurch ein richtiges Floating Fleet System nicht getestet werden konnte. (Konzeption der Pilotphase siehe im Anhang Pflichtenheft e-mobility Graz GmbH und StadtLABOR Graz)
13) Während der Testphase wurden dieser durch alle Projektpartner betreut, um je nach Funktion bei technischen Problemen zu helfen, Rückmeldungen und Anliegen zu bearbeiten oder Fehlermeldungen o.ä. zu lösen.
14) Anschließend wurde die Evaluierung durchgeführt. Dabei hat im ersten Probemonat die erste Feedbackrunde stattgefunden, wobei diese in Form von E-Mail Rückmeldungen eingesammelt wurde. Nach Beendigung des Feldversuches wurde zuerst eine online Evaluierung durchgeführt und abschließend eine Abschlussdiskussion organisiert. (Evaluierung siehe Anhang Evaluierungsbericht der Testphase)
15) Während des Projektes wurden laufend mit potentiellen Herstellern und Betreibern über das System bezüglich Roll-Out-Szenarien diskutiert. Nennenswerte Gespräche fanden u.a. statt mit:
    a. AXA Fahrradschlosshersteller in Holland

b. Trelock Fahrradschlosshersteller in Deutschland
c. ABUS Fahrradschlosshersteller in Deutschland
d. SYCUBE Verleih-Systemausrüster in Wien
e. VW Porsche in Wolfsburg
f. KTM Fahrradhersteller in Österreich
g. Nextbike Verleih-Systemausrüster in Deutschland

16) Das Projekt wurde auf zahlreichen Ausstellungen und Technologiemessen präsentiert:
    a. Urban Future Conference in Graz am 18.11.2014
    b. ECarTec in München am 21.10.2014
    c. A2A Konferenz in Esslingen am 11.06.2015
    d. Smart Region Konferenz in Ingolstadt am 25.09.2015
    e. BMW IT Messe in München am 21.10.2015
    f. Diverse Haustechnikmessen in Österreich und Deutschland im Rahmen der Produktmessen von SOREX
17) Ein mögliches Geschäftsmodell wurde entwickelt und liegt in einem gesonderten Dokument vor.
18) Folgende Möglichkeiten zur Finanzierung der Serienüberleitung werden für die Geschäftsmodellentwicklung betrachtet:
    - Beteiligung
    - GründerInnenförderung
    - Strategische Partnerschaften, Business Angels, Venture Capital
    - Auftrag für Lieferung gegen Vorauskasse
    - Geförderte Testaufbauten im Rahmen „Smart City“ u.a.
    - Partnerschaften mit Medienunternehmen (Werbeflächen-Finanzierung)

4. Beschreibung der Resultate und Meilensteine (vgl. Arbeitspakete der Einreichung)

Arbeitspaket 1: Projektmanagement

Auf Basis von Recherchearbeiten in Form von Desktop Researchs, weltweiten Mediaresearches-Meltwater, Internetrecherchen, Katalogen u.ä. wurden diverse Erkenntnisse gewonnen und setzten wichtige Rahmenbedingungen für die Umsetzung:

- Einsatz von Bluetooth Low Energy Technologie
- Ausführung des Schlosses als rahmenfestes Bügelschloss
- Positionsbestimmung über das Smartphone
- Kryptographischer Schlüssel am Server Backend generiert

Auf Basis dessen wurde in den folgenden Arbeitspaketen ein Konzept für das Gesamtsystem entwickelt und ein BLE-Schloss, die zugehörige Smartphone-App und die IT-Umgebung geschaffen.

Im Arbeitspaket 1 wurde das gesamte Projekt koordiniert und ein erfolgreicher Abschluss des Projektes gesichert. Als Zwischenergebnisse sind diverse Deliverables sowie der Zwischenbericht ersichtlich.

Arbeitspaket 2: Konzeption und Gesamtsystem

In Abstimmung mit den Projektpartnern wurde ein Lastenheft ausgearbeitet. Dieses gliederte sich in die Teile der Anforderungen an das System:

- Mechanischer Aufbau 3D Druck Prototyp des BLE-Schlosses
- Hardware Platine
- Firmware zur Hardware Platine
- Sicherheits-Funktionen Firmware und Server Backend
- Smartphone-App für Mieter
- Smartphone-App für Vermieter
- Smartphone-App für Entwicklung
- Server Backend Organisation
- Server Backend Datensicherheit
- Internet Portal für den Vermieter zur Organisation der Fahrräder

Basierend auf die Lastenheft(Anhang)-Anforderungen wurden die Aufgaben zwischen Sorex und Gigatronik aufgeteilt und in den Pflichtenheften(Anhang) festgehalten. Hierbei übernahm Sorex die Entwicklung der Mechanik und den 3 D Druck, die Platine und die Firmware. Gigatronik übernahm die Entwicklung der Smartphone-Apps, des Server Backend und der kryptographischen Codegenerierung und den Gesamtsystemtest, wie auch die IT-fachliche Betretung während des Versuches.

Die Funktionalität der Smartphone-App wurde mit der Bediener-Grafik und der Entwicklung in mehreren Schritten ausgearbeitet und laufend in die App-Entwicklung integriert.

Der Use-Case der Nutzer wurde ausgearbeitet und in die Anforderungen der Software umgesetzt.

Alle Aufgaben wurden entsprechend dem Förderprojekt bis zum prototypischen Stadium wie geplant termingerecht umgesetzt und in Betrieb genommen. Eine Abweichung liegt in der energietechnischen Anbindung aus oben genannten Gründen an Elektrofahrräder, jedoch wurde die technische Anforderung sehr wohl in der Platine vorbereitet.

Arbeitspaket 3: Entwicklung der Bedien-App und IT Infrastruktur

Basierend auf den Pflichtenheften wurde die IT-Applikationen detailliert in den Project-Requirements spezifiziert. Diese wurden mit den Anforderungen der Use-Cases durch die Smartphone-App-Grafik ergänzt.

Die Smartphone-App wurde als User-App zuerst in Android mit allen Funktionen für die Bedienung des Fahrradschlosses, des Verleihs, der Bezahlung und der Kartendarstellung ausgeführt. Hinzu wurden die Libraries für die Datenverschlüsselung entwickelt und in die App integriert. Als Kartenmaterial wurden die SDK von Google Map integriert. Danach wurden die Funktionen gegen die Firmware getestet.

Parallel hierzu wurde eine Test-App für die Entwicklung der HW und FW in Android entwickelt. Sie hatte die Aufgabe der FW Entwicklung bei Sorex den Sperrvorgang zu simulieren, damit hier die Abstimmungen auf den Echteinsatz gemacht werden können.

Weiters wurde aus der Smartphone-App für den User ein Derivat in Android für den Verleiher entwickelt, damit die Fahrräder hier im Feld ohne Bezahlvorgang bedient werden können.

Durch die Notwendigkeit, dass die Fahrradschlösser mit einem Datenschlüssel belegt und initiiert werden müssen, welcher die Verbindung mit dem Server Backend sichert, wurde eine Bedien-App in Android entwickelt.

Die IT-Infrastruktur wurde in Java für den Software-Schlüssel-Generator (Lock Manager) entwickelt. Hinzu kommt noch die Datenbank basierte Verwaltungsplattform für die Fahrräder und Schlösser, welche mit einem Front End in Java realisiert wurde.

Die Smartphone-App und das Front End wurde mit dem Corporate Design der bestehenden GrazBike Anwendung der e-mobility versehen.

Während des Projektes und am Ende wurde das gesamte System gegen die Fahrradschlösser getestet und die Fehler behoben, so dass dieses reibungslos im Feldversuch seine Dienste erfüllen konnte.

Arbeitspaket 4: Elektronisches Schließsystem (E-Zylinder)

In Zuge dieses Arbeitspaketes wurde die Mechanik des BLE-Schlosses inklusive der Verriegelungsmechanik und der Bluetooth Ansteuerelektronik entwickelt.
Es wurden zwei Prototypen Phasen umgesetzt (A und B Prototyp). In diesen Phasen wurde nicht auf Größe und Kompaktheit des BLE-Schlosses geachtet, sondern die Machbarkeit der Funktion geprüft.

Folgende Teile wurden entwickelt:

- Mechanik Gehäuse wurde konstruiert
- Mechanik Gehäuse in 3D gezeichnet
- Rapid Prototype Gehäuse gebaut
- Verriegelung-/Auswurfmechanik wurde konstruiert
- Verriegelung-/Auswurfmechanik wurde in 3D gezeichnet

- Rapid Prototype Gehäuse gebaut
- Bluetooth Low Energy Elektronik wurde entwickelt
- Schaltplan und Layout wurden gezeichnet
- Prototypen Elektronik wurde gebaut

Alle Komponenten wurden zusammengesetzt und in funktionsfähige Prototypen umgesetzt.

Arbeitspaket 5: Pilotphase und Evaluierung

Im Rahmen eines Feldversuchs wurden das BLE-Schloss sowie die Smartphone-App wie auch das Web Portal (auf Seite des Vermieters, simuliert durch e-mobility) auf ihre Praxistauglichkeit getestet. Aufgrund von Anzahl und Beschaffenheit der BLE-Schlösser konnte der Feldversuch nur im eingeschränkten Umfang durchgeführt werden. Insgesamt wurden dafür fünf E-Testfahrräder mit dem BLE-Schloss ausgestattet, die an fünf unterschiedlichen Standorten positioniert waren.

Der Feldversuch fand in einem Zeitraum von zwei Monaten (19. März bis 21. Mai 2015) statt, insgesamt nahmen 23 Testpersonen daran teil. Nach dem Abschluss der Testphase wurde an die TeilnehmerInnen ein Link zu einem Online-Fragebogen ausgeschickt, der innerhalb von zwei Wochen auszufüllen war. Abschließend bzw. ergänzend zur Online-Erhebung fand am 14. Juli 2015 eine Fokusgruppe statt, in der ausgewählte Themenstellungen vertiefend diskutiert wurden. Eingeladen waren alle Personen, die am Feldversuch teilgenommen haben, sowie das Projektteam. Insgesamt nahmen sieben Personen an der Diskussion teil.

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse des Feldversuchs dargestellt, die komplette Auswertung befindet sich im Anhang. Zu erwähnen ist, dass der eingeschränkte Umfang des Feldversuches keine statistisch repräsentativen Aussagen zulässt, sondern maximal ein Stimmungsbild widergegeben werden kann.

User-App

Die Zufriedenheit mit der User-App (Installation, Verständlichkeit, Registrierung, Überblick über Fahrräder und Mietpreise) war grundsätzlich sehr hoch. Verbesserungsvorschläge betreffen Usability-Aspekte (Größe einzelner Buttons).

Mietvorgang, Auffindbarkeit des Fahrrades

Auch die Zufriedenheit mit Standortsuche, Entfernungsangaben, Verfügbarkeitsanzeigen sowie mit dem Mietvorgang selbst kann als (sehr) hoch eingeschätzt werden. Lediglich bzgl. der Genauigkeit der GPS-Funktion gab es teilweise negative Rückmeldungen. Dies lag jedoch vor allem an der Ausführung der Smartphone-App, welche die GPS-Signale sehr schnell abfragen konnte, da der Benutzer keinen Bezahlvorgang im Versuch tätigte. Hierdurch reichte oft die Zeit zum Auffinden der erforderlichen Satelliten nicht aus, wodurch systembedingt eine Ungenauigkeit resultiert. Man kann davon ausgehen, dass im realen Anwendungsfall der Rückgabevorgang bis zu einer halbe Minute länger dauern wird, da die Bezahldaten registriert werden müssen und somit ausreichend Zeit besteht um die

gewünschte Genauigkeit der GPS-Position zu ermitteln. Sofern der Benutzer im Hintergrund eine weitere Smartphone-Funktion laufen hat, welche GPS-Daten verarbeitet (z.B. Kartenfunktion), dann ist die Genauigkeit sofort gegeben, da permanent die Satellitenposition abgefragt wird.

Bedienbarkeit des Schlosses beim Auf- und Zusperren

Das Prototyp-BLE-Schloss wurde aus Kostengründen in Kunststoff mit 3D-Druck gefertigt und war daher im täglichen Gebrauch nicht sehr widerstandsfähig. Aus diesem Grund fielen auch die Bewertungen zu den mechanischen Funktionalitäten des Schlosses entsprechend geringer aus. Mehrmals erwähnt wurde die unzureichende Fixierung der zusätzlichen Kette des BLE-Schlosses während der Fahrt, welche aus Sicherheitsgründen (Unfallgefahr) optimiert werden müsste.

Rückgabe des Fahrrades

Die Zufriedenheit mit der Rückgabesituation, dem Abschluss des Mietvorganges, sowie die Anzeige des Mietpreises waren hoch.

Mehrwert im Vergleich zum herkömmlichen System

Der Mehrwert des Systems durch die zeitunabhängige Abholung und Rückgabe eines Leihfahrrades wurde bei allen Probanden als sehr hoch eingestuft (fast 75% trifft sehr zu). Dies spiegelt sich nur bedingt in einer höheren Zahlungsbereitschaft der NutzerInnen wider (nur 36% der TeilnehmerInnen wären bereit, mehr für ein derartiges System zu bezahlen). Attribute, die am häufigsten mit dem System verbunden werden, sind „flexibel“, „smart“ und „praktisch“. 64% der TeilnehmerInnen würden das neue BLE-Schloss weiterempfehlen.

Arbeitspaket 6

Ziel des AP 6 war die Bekanntmachung, Verbreitung und das Wecken von Interesse an dieser neuen Entwicklung. Dabei wurden zielgruppenorientierte Veranstaltungen besucht und ein eigens angefertigter Messeprototype -meistens auf Rädern montiert- ausgestellt.

Abbildung 7: Floating Fleet Fahrradschloss montiert – urban future conference 2014 Graz

Dabei war von Beginn an die Zielsetzung die Entwicklung zu bewerben und das Interesse und spezielle Bedürfnisse des Marktes abzufragen. Das Projekt wurde mit Infos und dem speziellen Messedemonstrator auf zahlreichen Ausstellungen und Technologiemessen präsentiert:

a. Urban Future Conference in Graz am 18.11.2014
b. ECarTec in München am 21.10.2014
c. A2A Konferenz in Esslingen am 11.06.2015
d. Smart Region Konferenz in Ingolstadt am 25.09.2015
e. BMW IT Messe in München am 21.10.2015
f. Smart Region Messe Ingolstadt am 25.09.2015
g. Diverse Haustechnikmessen in Österreich und Deutschland im Rahme der Produktmessen von SOREX

Dabei sind auch folgende Hersteller kontaktiert und besucht worden.

h. AXA Fahrradschlosshersteller in Holland/Amsterdam
i. Trelock Fahrradschlosshersteller in Deutschland
j. ABUS Fahrradschlosshersteller in Deutschland
k. SYCUBE Rad - Verleih-Systemausrüster in Wien
l. VW Porsche in Wolfsburg
m. KTM Fahrradhersteller in Österreich
n. Nextbike Verleih-Systemausrüster in Deutschland/Lübeck

Das Projekt war und ist von großem Interesse begleitet, jedoch sind die in Aussicht bzw. zugesagten Stückzahlen in überschaubaren Bereichen(<100) geblieben. Letztlich konnte auch eine Modellregion bei Ihrem EU-Projektantrag unterstützt werden, doch ein Ergebnis dazu steht noch aus.

Die reinen Serienüberleitungskosten für Mechanik, Platinen und Softwareadaption betragen nach Recherchen rund 300k€ - damit wären aber Stückkosten erreichbar, wie es sicher der Markt erwarten würde. Leider sind aber die bisher bestätigten Zusagen der Stückzahlen so gering, sodass eine Fremdfinanzierung ausgeschlossen werden kann. Als alternativer Weg könnte daher die Partnerschaft mit unseren Ausbildungseinrichtungen (HTL oder auch FH Joanneum) in Angriff genommen werden, um in Zuge einer Projektarbeit die Realisierung eines Serien-BLE-Schlosses kostenmäßig zu entlasten. Die mechanische Fertigentwicklung könnte Zug um Zug mit der Ausbildung erfolgen und die Fertigung würde dann in nahezu „Handarbeit" erfolgen. Damit wären die derzeitig gefragten Stückzahlen realistisch zu fertigen. Jedoch kann dieser Weg nur im Rahmen der Ausbildung und ohne Rücksicht auf saisonale Marktnotwendigkeiten beschritten werden.

Marktanalyse

Grundlage für die Markt- und Wettbewerbsanalyse ist eine umfassende Marktanalyse. Für den österreichischen Markt wurden die Daten aus dem Radverkehr in Zahlen entnommen. Die Schlosshersteller sind vorwiegend Metallverarbeiter und verschaffen sind Zutritt in den Markt über Vertriebspartner. Schlossvielfalt und Preise wurde über gängige Vertriebswege online über amazon, ebay etc. und direkt über den Fahrrad - Fachhandel evaluiert. Weiters wurden auch die Preise im Diskonter (z.B. Baumärkte) erhoben. Verleihsysteme werden nur über Systemanbieter angeboten - diese entwickeln selbst bzw. kaufen Einzelteile am Markt zu.

Schloss	Art d. Schlosses	Firma	Land	Sicherheitspunkte	Preis €	Größe	Gewicht
fahrradschloss-bestseller auf fahrradschloss24.							
Kryptonite New York	Kettenschloss	Kryptonite	USA	20/20	96,4		
Kryptonite New York Std	Bügelschloss	Kryptonite	USA	19/20	71,9		
Trelock Ø 8,0mm	Kettenschloss	Trelock		18/20	54,78		
ABUS Bordo Granit X-Plus	Faltschloss	Abus		18/20	73,9		
ABUS Granit CityChain X-Plus	Kettenschloss	Abus		18/20	93,4		
ABUS Fahrradschloss Granit X Plus 54	Bügelschloss	Abus		16/20	70		
Trelock Dragonline	Faltschloss	Trelock		17/20	56,99		
ABUS Fahrradschloss Citychain	Kettenschloss	Abus		15/20	53,84		
ABUS Bordo	Faltschloss	Abus		13/20	50.80		
Fahrradschlosstests auf fahrradschlosstester.de							
Master lock 8185	Bügelschloss		USA		30	Bügelhöhe:21 bzw. 28 cm; Bügelbreite 11cm; Bügeldurchmesser: 1,3cm	1500g bei 28cm
Abus Granit X Plus 54	Bügelschloss	Abus			80	Bügelhöhe:23 bzw. 30 cm	23cm Version: 1450g, 30cm Version: 1650g
Abus Varedo 47	Bügelschloss	Abus			40	Bügelhöhe:23 bzw. 30 cm, Bügeldurchmesser: 1,2cm	23cm version: 1200g; 0 cm Version:1300g
Kryptonite Evolution 4	Bügelschloss	Kryptonite	USA		55	Büelhöhe: 225mm; Bügelbreite: 100mm; Bügeldurchmesse: 13mm	1700
Onguard Pitbull STD 5003	Bügelschloss					Bügelhöhe: 23cm; Bügelbreite: 11,4cm; Bügeldurchmesse: 1,4cm	1000
Abus Sinero 43	Bügelschloss	Abus			39	Bügelhöe: 23cm bz. 30cm; Bügelbreite: 10,9cm; Bügeldurchmesse: 1,2cm	23cm version: 1100g; 30cm Version: 1800g
Kryptonite Krytolok Series 2	Bügelschloss	Kryptonite	USA		30	10 cm x 22,5 cm	1300g
Hiplock V 1.50	Kettenschloss		GB		Kein Angebo	Schlosslänge: 90cm	1800g
Hilok lite	Kettenschloss		GB		Kein Angebo	Schlosslänge: 75cm	1000g
Abus Ivy9100	Kettenschloss	Abus			40	SChlosslänge: 85, 110, 140, 170cm	85cm: 2450g
Abus City Chain 1010	Kettenschloss	Abus			55	Schlosslänge: 85, 110 cm	85cm: 1950g; 110cm: 2300g
Trelock BC515	Kettenschloss	Trelock	Münster			Schlosslänge: 85, 110 cm	
ABUS Granit City Chain X-Plus 1060	Kettenschloss	Abus			80	Schlosslänge: 85, 110 cm	85cm: 2100g; 110cm: 2650g
ABUS Catena 685/75	Kettenschloss	Abus			20	Schlosslänge: 75 cm	75cm:850g;
Abus Steel-O-Chain 880	Kettenschloss	Abus			30	Schlosslänge: 85, 100 cm	85cm: 1600g; 100cm: 1900g

Abbildung 8: Schlossanbieter – Recherche

Marktgröße

Auszugehen ist davon dass jedes Rad zumindest ein BLE-Schloss benötigt. Nachdem es sich in den geführten Gesprächen nicht abgezeichnet hat in den Privatbereich zu gehen, wurden nur mehr die B2B Bereiche d.h. Verleihbetriebe ins Auge gefasst. Von den bestehenden Verleihern wurden Großbetriebe kontaktiert. So wurde die Velovital und Verleihbetrieb der Almenlandregion, Voitsberg, und Nextbike und JF Decaux kontaktiert. Da auch bestehende Verleihsysteme einfach mit der Nachrüstung durch das BLE-Schloss in eine Floating Fleet erweitert werden könnten, addiert sich zur Marktgröße auch der bestehende Verleih.

Marktwachstum

Es ist in der Regel einfach, sich in einem wachsenden Markt selbstständig zu machen. Die Frage ist, wie sich der Markt in den letzten paar Jahren entwickelt hat und wie das Marktwachstum in Zukunft aussehen wird. Bei Radverleihsystemen ist eine sehr lange Vorlaufzeit zu kalkulieren. Die Entscheidungsträger sind meistens in der Politik bzw. Verwaltung angesiedelt und Projekte müssen dementsprechend sorgfältig vor-/ und aufbereitet werden. Dies ist gleichzeitig eine wesentliche Markteintrittshürde für neue Systeme und Anbieter.

Marktpotenzial

Das Marktpotenzial gibt an, wann ein Markt gesättigt wird. Grundsätzlich ändert sich das Mobilitätsverhalten in Richtung eines Umweltverkehrsverbundes und dem Gedanken „nutzen vor Besitz"- leider ist aber die Zahlungselastizität beschränkt, sodass in Österreich sich nur die touristischen Regionen und größere Städte anbieten würden. Die großen Messen in Europa ermöglichen ebenfalls einen Einblick in die Vielfalt der Angebote.

Eurobike	Friedrichshafen
Best of Bike	Salzburg
Vattenfall Cyclassics	Hamburg
Intermot	Köln
Bike Brno	Brünn

Wettbewerbsanalyse

Wie bereits ausgeführt ist die neue Technologie mit einem Kostenvorteil mit Faktor 10 ausgestattet, der wiederum beim Einsatz mit E-Bikes halbiert wird. Daher wären in einem Roll Out vorrangig auch nicht elektrifizierte Räder anzudenken. Der Markt reagiert derzeit im Privatbereich mit E-Bikes besonders gut – im Verleih kommen aber nur touristische Anwendungen mit E-Bikes in Betracht. Der E-Bike Verleih-Markt befindet sich erst in den Kinderschuhen und ist in Entwicklung.

Konkurrenten

"Lock8" war zu Beginn 2014 ein ernstzunehmender Mitbewerber, der die Start-Up-Gründer es auch geschafft hatte Croudfunding Mitteln aufzustellen. Mit der Nachricht im Jahr 2015 an alle Croudfounder, dass die einbezahlten Gelder wieder zurückfließen werden und die Entwicklung eingestellt wurde, lässt den Schluss zu, dass die Integration am Rad nicht einfach ist und vor allem der Markt vertriebstechnisch schwer erreichbar ist.

Ein weiterer wesentlicher Mitbewerber ist die holländische Firma AXA, welche bereits 2015 ein elektromechanisches Rahmenschloss mit Funk-Öffnung ohne Smartphone-App am Markt präsentiert hatte. AXA ist der Marktführer bei Fahrradschlössern. Zu Beginn 2015 war AXA an eine Kooperation zur Umsetzung interessiert, doch sieht es derzeit so aus, dass sie die Umsetzung eigenständig machen. Die beiden deutschen großen Hersteller ABUS und Trelock sind derzeit mit der Entwicklung von elektromechanischen Fahrradschlössern

beschäftigt, jedoch noch nicht in den Markt mit einem Schloss mit Smartphone-App eingetreten.

Markteintrittsbarrieren

Wie bereits beschrieben ist bei der Entwicklung von Radverleihsystemen eine sehr lange Vorlaufzeit zu kalkulieren. Die Entscheidungsträger sind meistens in der Politik bzw. Verwaltung angesiedelt und Projekte müssen dementsprechend sorgfältig vor-/ und aufbereitet werden. Dies ist gleichzeitig eine wesentliche Markteintrittshürde für neue Systeme und Anbieter. Als Anbieter treten am Markt sowohl Zuliefer- und Ausrüstefirmen auf, wie auch Komplettanbieter, welche das Verleihsystem mittels Werbeflächen finanzieren. Zur Darstellung des Floatings Fleet für Betreiber, Politik und Verwaltung ist es unumgänglich ein komplettes Präsentationssystem mit Serienkomponenten in einer Gemeinde zu installieren, welches jedoch bisher an der erforderlichen Finanzierung bzw. anderen Hürden scheiterte.

Marketing - Produkt

Grundsätzlich gehen wir davon aus, die Zeichen der Zeit richtig erkannt zu haben. Das Produkt ist trendy, smart und kommt auch gut an. Im gewerblichen Verleih ist aber die Robustheit und Einfachheit notwendig – dazu wären noch weitere Entwicklungsschritte und damit verbunden finanzielle Mittel notwendig. Es ließe sich auch ein etwas höherer Preis gegenüber den herkömmlich bekannten Schlössern durchsetzen, jedoch sind die derzeit möglich scheinenden Stückzahlen zu gering, bzw. gerechtfertigen nicht die hohen Investitionen.

Marketing - Preis

Für die Preisbestimmung orientierte man sich an die bestehenden Preisvorstellungen der herkömmlichen Schlosshersteller. Die mechanische Serienfertigung lässt sich dauerhaft mit branchenüblichen Deckungsbeiträgen realisieren. Dazu sind aber Stückzahlen im 5-stelligen Bereich wünschenswert und notwendig. Zusätzlich wurde an ein Lizenzmodell für die Softwarewartung und -bereitstellung gedacht. Hierbei ist die Schmerzgrenze der Verleiher weit unter einem dreistelligen Jahresbeitrag.

Marketing - Vertrieb

Wie bereits beschreiben ist der Markt für Verleihsysteme im B2B Bereich ein direkter Kontakt zum Auftraggeber notwendig. Nachdem die Auftraggeber vorrangig im Bereich der Politik und der Verwaltung angesiedelt sind, werden zukünftige Projekte nach den Rahmen-bedingungen des Vergabegesetzes abgewickelt. Nachdem aber derzeit kein Mitbewerber ähnliche Systeme anbietet, kann in den Ausschreibungsbedingungen dies nicht als notwendiges Kriterium definiert werden. Um den Mehrwert eines solchen Systems darzustellen ist daher viel Vorarbeit und Vertriebsaufwand notwendig. Wie oben beschrieben wäre auch ein Serienaufbau als Referenz erforderlich um den Markt besser an sich zu ziehen.

5. Beschreibung von Schwierigkeiten (wenn aufgetreten) bei der Zielerreichung

Die Integration neuerster Technologien war aufwendiger als erwartet und die Partner Sorex und Gigatronik wie auch die e-mobility Graz haben zusätzliche Eigenmittel i.d.H. von in Summe knapp zusätzlichen **EURO 100.000,--** zum Projekt beigesteuert!

Grundsätzlich wurden von allen Partnern zusätzliche personelle Ressourcen zur Verfügung gestellt, um für das saisonale Fahrradgeschäft rechtzeitig Funktion und Usability testen zu können. Generell ist die Fahrradbranche sehr saisonal und alles muss mindestens 8 Monate vor der Fahrradsaison fertig sein. Schwierigkeiten traten auch auf Grund der Neuigkeit der BLE-Maschinensoftware-Chip auf, da der Hersteller des Chips noch nicht die ausreichenden Softwarepakete im Jahr 2014 zur Verfügung stellen konnte.

Der Feldversuch mit den Prototypen-BLE-Schlössern konnte nur in einer eingeschränkten Nutzergruppe mit zusätzlichem Radschloss stattfinden, weil die Prototypen durch den 3D-Druck in Kunststoff keine Diebstahlsicherung darstellen. Die Dauer des Akkubetriebes der derzeitigen Prototypenschlösser liegt derzeit bei ein bis zwei Monaten. Für die Serienüberleitung ist eine Akkulaufzeit von mindestens einem Jahr anzustreben und nur durch Optimierung der Platinen-Konstruktion zu erreichen bzw. durch Anbindung der Platine an den Fahrraddynamo, so dass der Akku geladen werden kann.

6. Beschreibung von „Projekt-Highlights“

- Vielversprechende Resultate im ersten Probebetrieb
- Ausstellungen bei Messen wie u.a. Urban Future Conference 2014 und ECarTec 2014 München
- Enorme Resonanz der Presse (siehe Anhang)
- Internationale Anfragen
- Überwiegend positive Rückmeldungen nach dem Feldversuch

7. Beschreibung und Begründung von Abweichungen zum Antrag

- In der Projektierung wurde erkannt, dass man das E-Fahrrad auch gegen Wegrollen nach dem Mietende bei unzureichend versperrtem Fahrradschloss absichern muss. Aus diesem Grund hat man ein rahmenfestes Bügelschloss mit zusätzlicher Absperrkette gewählt.
- Auf Grund der Betriebssicherheit und der Bauvereinfachung wurde eine autonome Batterieversorgung gewählt und nicht der Anschluss an den Stromspeicher des E-Fahrrades. Weiters wurde damit der Garantieverlust der Räder vermieden. Die

Schnittstellen zum Anschluss an ein E-Fahrrad sind jedoch in der Hardware realisiert und könnten verwendet werden, sofern man den Fahrradschloss-Akkumulator über das E-Fahrrad-Ladesystem laden möchte.

- Aus Datenschutzgründen wurde die Sendung von GPS nur beim Ausleih- und Rückgabevorgang vorgesehen.
- Die GPS-Positionsangaben wurden nicht im Fahrrad als GPS-Empfänger verbaut, da der Energieverbrauch zu hoch wird, so dass die Reichweite des E-Fahrrades empfindlich reduziert werden würde. Die GPS-Position wird jedoch beim Versperren des Fahrrades direkt vom Smartphone entnommen und dem Vermieter übermittelt. Dies hat auch hinsichtlich der Datensicherheit wesentliche Vorteile, da es für den Mieter transparent ist, dass die GPS-Position während der Fahrt nicht ermittelt werden kann, sofern er diese Funktion am Smartphone ausstellen möchte.
- Durch den 3D Druck aus Kunststoff sind die Prototypen-BLE-Schlössern nur eine optische Diebstahlsicherung und deshalb wird der Feldversuch in einer engeren Nutzergruppe durchgeführt.

2.3 Schlussfolgerungen

– Welche Schlussfolgerungen kann das Projektteam ziehen?

a. Floating Fleet System für Graz grundsätzlich erwünscht und als Benefit angesehen
b. Anwendungsfälle als Testbetrieb im größeren Maßstab im Rahmen von „Smart City Projekten“ durchaus erstrebenswert
c. Bedienbarkeit der Smartphone-App und des rahmenfesten Bügelschlosses für einen Serieneinsatz als Floating Fleet System gut geeignet
d. Smartphone-App und Nutzung des Schlosses gut verständlich und selbsterklärend
e. Kombination mit festen Verleihsystemen (z.B. automatische Ladestationen für E-Fahrräder) und Floating Fleet mit Smartphone-App und Fahrradschloss durchaus anstrebenswert und realisierbar
f. Ausrüstung der Fahrradschlösser mit zusätzlichem RIFID/NFC Leser für NFC Karten in manchen Anwendungsfällen günstig
g. Ausgabe von mobilen Bluetooth Low Energy Pagern für Personen, welche keine Smartphone haben wären überlegenswert
h. Kostenreduktion für einen Floating Fleet Betrieb mit automatisierten Funktionen sehr hoch
i. Akzeptanz der User im Testbetrieb – jedoch auch bei Messen und in Fachgesprächen – sehr positiv
j. Technische Lösung sehr gut gelungen und robust

- Welche weiteren Schritte werden durch das Projektteam anhand der Resultate gesetzt?
    a. Gigatronik und Sorex konnte Dank dem gewonnen Knowhow Projekte gewinnen, welche sich mit Bluetooth Türschließ Systemen beschäftigen
    b. Die Projektpartner haben versucht die Lösungen im Rahmen größerer Ausschreibungen von Fahrradverleihsystemen zu positionieren um einen Geschäftsfall daraus zu generieren. Dies derzeit noch ohne Resultat.
    c. Eine weiterführende Umsetzung als Serienprodukt wird angestrebt, sofern die erforderlichen Interessenten und Partner gefunden werden, die die Serienüberleitung finanzieren.

- Welche anderen Zielgruppen können relevante und interessante Schlussfolgerungen aus den Projektresultaten ziehen und wer kann auf die Projektresultate aufbauend weiterarbeiten?
    a. Nutzer von BLE-Schlössern und der Smartphone-App in Wohnbauquartieren, Öffentlichen Einrichtungen, Sportstätten, Lagerräumen, Fuhrpark, etc.
    b. Finanzierung der Serienproduktion durch die öffentliche Hand zur politischen Zielerreichung
    c. Nutzer von BLE-Schlösser von unterschiedlichen Fahrradverleihanbieter national und international
    d. Serienhersteller von BLE-Schlösser für den B2C Bereich
    e. Ausschreibenden Personen und Organisationen für Fahrradverleihsysteme mit Floating Fleet Charakter

2.4 Ausblick

Dieser Bericht soll aufzeigen, in welcher Form eine Überleitung in ein Geschäftsmodell möglich wäre, mit Betrachtung der im Förderprojekt und über dies hinaus gewonnenen Erkenntnisse. Für den Weg bis zu einem Geschäftsmodell wurden zahlreiche Gespräche mit Fahrrad-Verleihern, Repräsentanten der öffentlichen Hand, Forschungsstätten, Geschäftsleuten, Herstellfirmen und Benutzern von Fahrradverleih-Systemen geführt, welche hier in den Geschäftsfall einfließen.

Ausgehend von dem Förderprojekt als vorlaufende Phase kann man von einem realistischen Umsetzungsszenarium wir folgt ausgehen:

- Seriennaher Großversuch: In dieser Phase wird das Fahrradschloss mit unterschiedlichen Partner und Finanzierungen in einen Großversuch – idealer Weise in der Stadt Graz oder Umgebung - aufgebaut. Aus den bisherigen Erkenntnissen kann man davon ausgehen, dass man den Testbereich auf die Innenstadt mit Satelliten-Wegen (z.B. in Graz auf die Smart City, neue TU) strikt begrenzen muss. Aus unterschiedlichen Überlegungen kann man davon ausgehen, dass 200 Fahrräder der Bevölkerung zur Verfügung stehen müssen. Dieser Großversuch soll einerseits dazu dienen ein Vor-Serienprodukt zu erschaffen, die Erkenntnisse davon

in das Produkt und den Betrieb einfließen lassen und für weitere Geschäftsfälle ein herzeigbares Modell zu haben. Wir schätzen bei idealen Bedingungen die Vorarbeiten auf 8 bis 12 Monate und eine Versuchsdauer von 12 Monaten.

- Serienproduktion: Während des Großversuchs und auch danach werden Interessenten in Graz über die Tauglichkeit des Systems überzeugt und für den nachfolgenden Serieneinsatz gewonnen. Hierdurch kann erst ein Geschäftsfall entstehen, da jeder potentieller Käufer zuvor das gesamte System sehen und erproben möchte.

Aus den bisherigen Projekten des Aufbaues eines Fahrradverleihes für eine Kommune, kann man erkennen, dass es immer einen Testbetrieb zum Herzeigen braucht und den Hersteller für die Produkte zur Umsetzung.

Wir haben derzeit die Situation, dass sowohl der Hersteller der bisherigen Prototypen zwar als Lieferant auftreten möchte, das gewonnene Wissen und die Software zur Verfügung stellen möchten, doch nicht als Betreiber eines Fahrradverleihsystems oder Anbieter eines kompletten Systems, da hierzu der seriennahe Aufbau zur Präsentation fehlt.

Man kann auch davon ausgehen, dass das Risiko einer serienfertigen Produktentwicklung für ein privates Unternehmen weitaus die Grenzen übersteigt. Die langen Vorlaufzeiten – Entwicklung Serie 8-12 Monate; in Betriebnahme ein weiteres Jahr- verbunden mit den geringen erwartbaren Erträgen aus dem Verleih im kommunalen Fahrradverleih ergeben eine Pattstellung zwischen der Erwartungshaltung der Politik und den notwendigen finanziellen Rahmenbedingungen eines Betreibers.

Aufgrund des saisonabhängigen Betriebes wurden die Vorarbeiten rascher erledigt, um noch rechtzeitig Ergebnisse zu erhalten.

3 Auswertung

Publikationen:

- Ausstellung des Schlosses bei der Urban Future Conference 2014 in Graz und der E-CarTec 2014 München
- Pressemeldungen siehe Anhang / Dateiverzeichnis
- Positionierung auf der Homepage und Kommunikation der Partner

- **Weitere Dokumente als Anhang:**
- Erhebung Marktanalyse
- Evaluierungsbericht
- Lastenheft
- Pflichtenhefte:
  e-mobility GmbH, StadtLABOR, Gigatronik Austria GmbH und Sorex GmbH

4 Unterschrift

Hiermit wird bestätigt, dass der Endbericht vollständig ist und von den Projektpartnern freigegeben wurde.

Graz 21.1.2016

Ort, Datum

Unterschrift und Stempel des Beauftragten

Achtung: das Dokument muss in .doc Format sowie unterfertigt eingescannt im .pdf Format übermittelt werden

Anhang:

Verzeichnisse mit Dateien:

- Erhebung Marktanalyse
- Evaluierungsbericht
- Lastenheft
- Pflichtenheft
    a. Pflichtenheft Gigatronik Austria GmbH und Sorex GmbH
    b. Pflichtenheft e-mobility GmbH und StadtLABOR
- Pressemeldungen
- Sonstige Dokumente