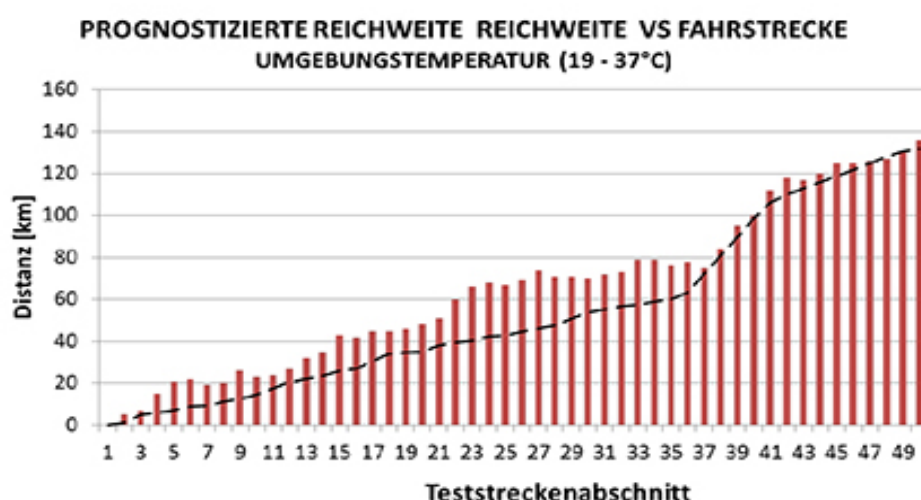


Ehrenamtlich organisierte Mobilität im ländlichen Raum mit Elektrofahrzeugen: Ergebnisse des Forschungsprojekts „EFB – e-Fahrdienst Boxberg“



Ullrich Martin
Georg Herzwurm
David Camacho Alcocer
Benedikt Krams

**Ehrenamtlich organisierte Mobilität im
ländlichen Raum mit Elektrofahrzeugen:
Ergebnisse des Forschungsprojekts
„EFB - e-Fahrdienst Boxberg“**

**“e” wie elektromobil
“e” wie ehrenamtlich**



**im Auftrag des Ministeriums für Ländlichen
Raum und
Verbraucherschutz Baden-Württemberg**

Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin

Prof. Dr. Georg Herzwurm

M. Sc. David Camacho Alcocer

Dipl.-Kfm. (FH) Benedikt Krams, M. Sc.

Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen der
Universität Stuttgart

Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik II der
Universität Stuttgart

September 2016

Vorwort

Der vorliegende Projektbericht beschreibt eine erstarkende Mobilitätsform in Deutschland: Bürgerautos als Teil von Gemeinschaftsverkehren mit ehrenamtlich agierenden Fahrerinnen und Fahrern verbessern das Mobilitätsangebot dort, wo der ÖPNV im klassischen Sinne an die Grenzen des Machbaren stößt.

Bürgerautos verkehren als eine flexible Angebotsform in räumlicher und zeitlicher Hinsicht und ermöglichen so komfortable Fahrten bis zur Haustür. Dies ist insbesondere für ältere bzw. mobilitätseingeschränkte Menschen wichtig, die Schwierigkeiten haben, Erledigungen des täglichen Bedarfs durchzuführen oder zu organisieren. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels kann in vielen ländlichen Regionen Baden-Württembergs mit einer steigenden Nachfrage gerechnet werden. Da die Fahrerinnen und Fahrer überwiegend eine sehr hohe Wertschätzung ihrer Tätigkeit erfahren, kann von einem Angebot ausgegangen werden, dass die Mobilitätsnachfrage auch perspektivisch befriedigen wird.

Versteht man Gemeinschaftsverkehre als nachhaltige Mobilitätskonzepte, so entfalten diese einen großen gesellschaftlichen Effekt: Neben der Verbesserung der verkehrlichen Situation erfolgt eine Stärkung des gemeinschaftlichen sozialen Zusammenlebens durch die kollektive Beförderung von, die sich vorher nicht kannten und nun die Fahrten miteinander verbringen. Darüber hinaus ist eine Stärkung des Gewerbes vor Ort zu vermuten, da lokal Dienstleistungen und Waren im Ort nachgefragt werden. Der vielerorts vorhandene Strukturwandel kann positiv durch e-Bürgerautos umweltgerecht beeinflusst

werden. Einen Beitrag für eine nachhaltige Mobilität leistet darüber hinaus im Zuge des Paradigmenwechsels von fossiler zur postfossilen Mobilität die Elektromobilität. Das Leuchtturmprojekt zeigt auch, dass Bürgerautoverkehre sehr gute Rahmenbedingungen für den Einsatz von Elektrofahrzeugen bieten.

Bezüglich der Weiterentwicklung der Elektromobilität werden weitere Forschungen und Entwicklungen technologische Lösungen hervorbringen, die auch die Mobilitätsbedürfnisse vieler weiterer Bürger befriedigen können. Hinsichtlich der systematischen Untersuchung von Gemeinschaftsverkehren und deren gesellschaftlicher Relevanz steht die Forschung aber noch am Anfang. Dieser Projektbericht liefert erste Ergebnisse und erlaubt die Ableitung von Hypothesen bspw. zu den Erfolgsfaktoren der Verstetigung von Gemeinschaftsverkehren oder deren Optimierung vor dem Hintergrund der Elektromobilität.

Dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg als fördermittelgebende Institution möchten wir für die anteilige Finanzierung des Vorhabens danken. Die Stadt Boxberg als Projektkoordinator hat das Projekt u.a. durch die Schaffung notwendiger Strukturen im Ort unterstützt. Ohne die Ehrenamtlichen in Boxberg wäre die Umsetzung zu keinem Zeitpunkt möglich gewesen. Besonderer Dank gilt Herrn Hon.-Prof. Dr.-Ing. Harry Dobeschinsky, der dieses Projekt maßgeblich mit initiiert hat, den erfolgreichen Abschluss jedoch leider selbst nicht mehr erleben konnte.

Zwischenzeitlich wurde das e-Bürgerauto des Vereins „Wir verbinden Boxberg e.V.“ in dem Ehrenamtswettbewerb ECHT GUT! bereits ausgezeichnet und als feste Größe des Mobilitätsangebots der Stadt Boxberg verankert.

Stuttgart, im September 2016

Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin

Prof. Dr. Georg Herzwurm

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1 Einleitung

2 Auf dem Weg zur nachhaltigen Mobilität im ländlichen Raum

2.1 Ländlich geprägte Räume verdienen mehr Aufmerksamkeit

2.2 Stand der Forschung und Praxis

3 Maßnahmen adressieren

3.1 Der Verein

3.2 Fahrgäste

3.3 Fahrzeug und Ladeinfrastruktur

3.4 Betrieb

3.5 Finanzierung

4 Ausgestaltung im Realbetrieb

4.1 Rahmenbedingungen in der Modellkommune Boxberg

4.2 Ergebnisse des Realbetriebs

4.2.1 Fahrgastevaluation

4.2.2 Fahrerevaluation

4.2.3 Fahrbetriebsevaluation

4.2.4 Eine solide Basis schaffen

4.2.5 Vor-und Nachteile

5 Fazit und Ausblick

Glossar

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 2-1: Alltagssituation des e-Fahrdienstes in Boxberg
- Abbildung 2-2: Bevölkerungsentwicklung und szenariobasierte Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland
- Abbildung 2-3: Prognose der Entwicklung der Bevölkerung in Deutschland 2012-2035
- Abbildung 3-1: Gestaltungsbereiche des e-Fahrdienstes
- Abbildung 3-2: Die ehrenamtlichen Fahrer in Boxberg
- Abbildung 3-3: Ein Fahrer mit Fahrgast in einer üblichen Situation
- Abbildung 3-4: Das e-Fahrzeug in Boxberg
- Abbildung 3-5: Ladenzeiten in abhängig der Ladeleistung
- Abbildung 3-6: Fahrzeug an einem der Stellplätze in Boxberg mit Wallbox
- Abbildung 3-7: Bequemer Ein-/und Ausstieg für die Fahrgäste
- Abbildung 3-8: Bedarfsverkehr: räumliche und zeitliche Flexibilität durch Flächenbetrieb und ohne Fahrplanbindung
- Abbildung 3-9: Flächen auf dem Fahrzeug als Werbefläche
- Abbildung 4-1: Boxberg und seine 13 Stadtteile
- Abbildung 4-2: Supermarkt in Boxberg
- Abbildung 4-3: Boxbergs ländliche Struktur und hügelige Topografie
- Abbildung 4-4: Bundesstraße 292
- Abbildung 4-5: Einzugsbereiche des SPNV und des Busverkehrs in Boxberg

Abbildung 4-6: Verkehrsleistung nach Hauptverkehrsmitteln und Kreistypen in Deutschland

Abbildung 4-7: Mobilitätsdarstellung zurückgelegter Wege in Deutschland

Abbildung 4-8: Verteilung der Hauptwegezwecke

Abbildung 4-9: Bevölkerungsprognose der Stadt Boxberg

Abbildung 4-10: Bevölkerungsprognose für Boxberg, Main-Tauber Kreis und Baden-Württemberg

Abbildung 4-11: Jugend-, Alten- und Gesamtquotient in Boxberg

Abbildung 4-12: Bevölkerungsentwicklung in Boxberg

Abbildung 4-13: Entwicklung der Personenkilometer pro Fahrtage über die Projektlaufzeit

Abbildung 4-14: Entwicklung der Personenkilometer pro originären Fahrgästen über die Projektlaufzeit

Abbildung 4-15: Durchschnittlich gefahrene km/Tag über die Projektlaufzeit

Abbildung 4-16: Optimale Rahmenbedingungen schaffen und den Betrieb verstetigen

Abbildung 4-17: Zeitablauf der Fahrer- und Fahrgastevaluationen

Abbildung 4-18: Umfrageergebnisse: Was verbinden Sie als Fahrgast mit dem Begriff Elektromobilität?

Abbildung 4-19: Umfrageergebnisse: Wie sind Sie auf den e-Fahrdienst aufmerksam geworden?

Abbildung 4-20: Umfrageergebnisse Fahrgastbefragung: Wie zufrieden sind Sie mit dem e-Fahrdienst?

Abbildung 4-21: Umfrageergebnisse Haushaltsbefragung: Wie zufrieden sind Sie mit dem e-Fahrdienst?

Abbildung 4-22: Entwicklung und Fluktuation der Anzahl der Fahrer über die Projektlaufzeit

Abbildung 4-23: Durchschnittliche Anzahl Fahreinsätze der Ehrenamtlichen pro Monat

Abbildung 4-24: Was verbinden Sie als Fahrer mit dem Begriff Elektromobilität?

- Abbildung 4-25: Fragebogenfrage nach der Präzision der Ladestandanzeige
- Abbildung 4-26: Vergleich e-Fahrzeug und konventionell betriebenes Fahrzeug hinsichtlich zweier fahrkomfortbestimmender Faktoren („Klimaregelung“, „Anzeigen/Bedienelemente“)
- Abbildung 4-27: Auszug Verbesserungspotentiale für das Fahrzeug als e-Bürgerauto
- Abbildung 4-28: Wichtigkeit und Zufriedenheit hinsichtlich zweier fahrkomfortbestimmender Faktoren („Klimaregelung“, „Anzeigen/Bedienelemente“)
- Abbildung 4-29: Begrenzte Reichweite als ganzjährige Herausforderung
- Abbildung 4-30: Renault Kangoo Maxi Z.E. als e-Bürgerauto
- Abbildung 4-31: GPS-Logger
- Abbildung 4-32: Fahrstile in Abhängigkeit der durchschnittlichen Beschleunigung
- Abbildung 4-33: Batterieverbrauch in Abhängigkeit der Topografie - Szenario 1
- Abbildung 4-34: batterieverbrauch in Abhängigkeit der Topografie - Szenario 2
- Abbildung 4-35: batterieverbrauch in Abhängigkeit der Topografie - Szenario 3
- Abbildung 4-36: batterieverbrauch in Abhängigkeit der Temperatur
- Abbildung 4-37: Fahrzeug-Cockpit und Ladestandanzeige
- Abbildung 4-38: Prognostizierte Reichweite in Abhängigkeit des Fahrstils - Szenario 1
- Abbildung 4-39: Prognostizierte Reichweite in Abhängigkeit des Fahrstils - Szenario 2
- Abbildung 4-40: batterieverbrauch bei Nutzung der Heizung
- Abbildung 4-41: batterieverbrauch bei Nutzung der Klimaanlage

Abbildung 4-42: Wahrgenommene Reichweitenprobleme für ausgewählte Fahrten.

Abbildung 4-43: Ladeleistung an ausgewählten Testtagen

Abbildung 4-44: Fahrstreckenvergleich auf zwei Teststreckenabschnitten

Abbildung 4-45: Standort einer neuen Ladeinfrastruktur in der Nähe der häufigsten Fahrziele

Abbildung 4-46: Auszug der Präsentation zu den Ergebnissen des Workshops unter Darlegung der Vorgehensweise

Abbildung 4-47: Logo des Ehrenamtswettbewerb „ECHT GUT!“

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Bürgerbus und Bürger(ruf)auto als Beispiele für
Gemeinschaftsverkehre

Tabelle 3-1: Idealtypische Mittelherkunft und -verwendung
von Bürgerautos

Tabelle 4-1: Einwohnerzahlen der Boxberger Stadtteile

Tabelle 4-2: Einordnung von Boxberg hinsichtlich Raum- und
Siedlungsstruktur

Tabelle 4-3: Übersicht des Busangebots Boxberg

Tabelle 4-4: Übersicht des schienengebundenen
Regionalverkehrs in Boxberg

Tabelle 4-5: Ergebnisse zweier Haushaltsbefragungen in
Boxberg

Tabelle 4-6: Ausgewählte Parameter des Realbetriebs

Tabelle 4-7: Fahrten zwischen den Ortsteilen von Boxberg

Tabelle 4-8: Zusammensetzung der Fahrgast- Stichproben

Tabelle 4-9: Zusammensetzung der Fahrer- Stichproben

Kurzfassung

Keywords: Gemeinschaftsverkehr, Bürgerauto, Fahrdienst, Elektromobilität, e-Bürgerauto, e-Fahrdienst, flexible Bedienform, flexibler Verkehr, Fahrerbefragung, Fahrgastbefragung, Fahrerevaluation, Fahrgastevaluation, Fahrbetriebsevaluation, Ladeinfrastruktur, Handlungsempfehlungen

Dieser Bericht zeigt wesentliche Ergebnisse des Forschungsprojekts „EFB - e-Fahrdienst Boxberg“ auf. Im Zuge des Projekts wurde ein Fahrdienst mit vollflexibler Bedienform als ein Gemeinschaftsverkehr mit ehrenamtlichen Fahrern und einem elektrisch betriebenen Großraum-Pkw in der Stadt Boxberg untersucht.

Vor dem Hintergrund der Besonderheiten ländlich geprägter Räume wird die Notwendigkeit der Verbesserung der Mobilität der Menschen in diesen Räumen motiviert. Dazu erfolgt die Einordnung des Forschungsvorhabens in den Kontext nachhaltiger Mobilität unter Hervorhebung des Ehrenamts sowie der Elektromobilität. Der ländliche Raum und dessen strukturelle Veränderungen werden insbesondere aufgrund des demographischen Wandels diskutiert.

Erläutert wird im Anschluss ein Maßnahmenbündel, das im Kontext der Implementierung eines Gemeinschaftsverkehrs als e-Bürgerauto beachtet werden muss. Allgemeingültig erfolgt die Adressierung von Maßnahmen in den Bereichen des Vereins-, Fahrgast- und Fahrermanagements, der Betriebsgestaltung, der Finanzierung sowie im Besonderen der Elektromobilität mit entsprechenden Fahrzeugen und der Ladeinfrastruktur.

Diese Bereiche werden in dem Anwendungsfall adressiert und Ergebnisse des Forschungsprojekts vor dem Hintergrund struktureller und verkehrlicher Rahmenbedingungen der Stadt Boxberg umfassend beschrieben.

Zwei Befragungen in der Boxberger Bevölkerung, eine vor und eine nach Beginn des e-Fahrdienstes, zeigen das Mobilitätsverhalten als auch -bedarfe vor Ort auf.

Anhand der Personenkilometer wird die Nachfrage nach dem Mobilitätsangebot dokumentiert und eine Verstetigung nach einer Anlaufphase kann attestiert werden. Exemplarisch werden durchschnittlich 70 Kilometer im Stadtgebiet mit dem e-Fahrzeug zur Fahrgastbeförderung pro Betriebstag zurückgelegt. Die grundsätzliche Eignung von Elektrofahrzeugen für Bürgerautoverkehre anhand des Mobilitätsvereins in Boxberg wird vor dem Hintergrund der Planbarkeit der Fahrtrouten eines Betriebstages aufgezeigt.

Fahrgastbefragungen in zwei verschiedenen Zeiträumen nach Einführung des e-Bürgerautos zeigen die sehr hohe Zufriedenheit mit dem Mobilitätsangebot, das u.a. auf die vollflexible Bedienform zurückgeführt werden kann. Zwei Fahrerbefragungen offenbaren u.a. Verbesserungspotentiale für das e-Fahrzeug vor dem Hintergrund wahrgenommener mangelnder Reichweite des e-Bürgerautos für den täglichen Personentransport.

Untersuchungsergebnisse des Fahrbetriebs zeigen auf, welche Verbesserungsmaßnahmen ergriffen werden können. Durch die Auswertung von maschinell aufgezeichneten Fahrzeugdaten und begleitender Fahrprotokolle ist es möglich, für ausgewiesene Strecken Aussagen zum Fahrzeugverhalten zu treffen. Unterschiedliche Fahrstile der Fahrer werden identifiziert und bei den Auswertungen

berücksichtigt. Untersucht wird u.a. der Batterieverbrauch des Fahrzeugs vor dem Hintergrund der Topografie unterschiedlicher Strecken sowie durch die Nutzung von Zusatzverbrauchern.

Als besonders kritisch konnte die Ladeinfrastruktur und dessen Leistung identifiziert werden. Mit dem eingesetzten Fahrzeug sind keine Schnellladungen möglich, sodass der Option der Zwischenladung während eines Fahrtages eine besondere Stellung einnimmt. Neben einer Zwischenladung in der Betriebspause am Mittag werden konkrete Handlungsempfehlungen für die Positionierung weiterer Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet ausgesprochen. Darüber hinaus zeigt der Bericht, dass je nach topografischer Beschaffenheit einzelner Fahrtstrecken im Stadtgebiet Umwege gerechtfertigt sind, um Batteriekapazität zu sparen. Im Sinne einer optimierten Routenplanung können diese Erkenntnisse bei der Fahrtanmeldung und anschließender Routenplanung für den Fahrer berücksichtigt werden.

Abschließend liefert der Ausblick weitere Verbesserungsmöglichkeiten insbesondere im Kontext der Digitalisierung, die ein Treiber bspw. für die Integration von Gemeinschaftsverkehr in bestehende Auskunftssysteme des ÖPNV darstellt.

1 Einleitung

Ehrenamtlich organisierte Mobilität kann einen wesentlichen Bestandteil darstellen, um insbesondere in ländlich geprägten Räumen das Mobilitätsangebot für die dort lebenden Menschen dauerhaft zu verbessern. Elektromobilität, als eine in Deutschland in weiten Teilen gewünschte und politisch geförderte Form der Fortbewegung, stellt bereits heute unter den richtigen Voraussetzungen eine ökologische und ökonomische Art der Fortbewegung dar. Vor dem Hintergrund eines planbaren Mobilitätsangebots durch einen ehrenamtlich durchgeführten Fahrdienst reifte in der Stadt Boxberg im Main-Tauber-Kreis frühzeitig die Idee, einen solchen Fahrdienst auf die Beine zu stellen und den Mobilitätsbedarf der Bevölkerung mit einem elektrisch betriebenen Fahrzeug zu bedienen.

Um eine initiale Förderung für das Vorhaben zu erreichen, wurde unter der Leitung der Stadt Boxberg ein Projektkonsortium bestehend aus engagierten Bürgerinnen und Bürgern der Stadt Boxberg sowie seiner Stadtteile, dem Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen unter der Leitung von Professor Martin, dem Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik II unter der Leitung von Professor Herzwurm der Universität Stuttgart sowie einer forschungsnahen Beratungsgesellschaft gebildet, um eine initiale Förderung für das Vorhaben zu erreichen.

Das Konsortium war im Rahmen des Ideenwettbewerbs Elektromobilität Ländlicher Raum des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg als Maßnahme der Landesinitiative Elektromobilität II des Landes Baden-Württemberg