
Rahmenkonzept zur Geschäftsmodellentwicklung autonomer Logistics-as-a-Service (LaaS)-Lösungen – Der ländliche Raum als Reallabor

Iris Hausladen, Lyuzi Kirchgeorg-Muradyan*, Liss Böckler, Christian Schmischke

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Das Projekt myLOG MOL testet autonome Liefersysteme im Reallabor. Im ländlichen Raum nutzen lokale EinzelhändlerInnen ein gemeinsames Logistics-as-a-Service-Konzept, um ihre digitalisierten Produktangebote taggleich an KundInnen zu liefern. Diese Publikation stellt ein Rahmenkonzept für die Geschäftsmodellentwicklung autonomer Logistics-as-a-Service-Lösungen vor. Basierend auf dem Business Model Canvas werden Aspekte der Digitalisierung des Produktsortiments im stationären Einzelhandel, betrieblicher und rechtlicher Rahmen sowie infrastrukturelle Anforderungen untersucht.

Schlagwörter / Keywords:

Autonome Liefersysteme, autonomer Logistics-as-a-Service (LaaS), ländlicher Raum, Geschäftsmodellentwicklung, Business Model Canvas

1. Einleitung

In Deutschland stehen ländliche Räume vor vielseitig geprägten Herausforderungen. Der demografische Wandel wird in diesen Gebieten besonders spürbar, da junge Menschen aufgrund fehlender Perspektiven abwandern. Zeitgleich ist zu beobachten, dass sich öffentliche und private Dienstleister infolge sinkender Nachfrage aus diesen Regionen zurückziehen und sich zunehmend auf Ballungsgebiete konzentrieren. Als Beispiel sind Logistikdienstleister zu nennen, welche häufig aus Kostengründen nicht immer in ländliche Räume liefern wollen (z. B. zu hohe Kosten pro Sendung, geringe Sendungsvolumina, vgl. Lehmacher, 2015, S. 31). Die Aufrechterhaltung technischer und sozialer Infrastrukturen wird folglich immer schwieriger, da eine kritische Masse an NutzerInnen fehlt. Die daraus resultierenden Rahmenbedingungen sind eine alternde Bevölkerung, eine mangelhafte Infrastruktur und eine schwindend kleine Angebots- und Bildungsvielfalt (vgl. BMEL, 2023, S. 10). Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wird im Rahmen des Forschungsprojektes myLOG MOL in einem Testgebiet als Reallabor in Strausberg (Landkreis Märkisch Oderland, kurz MOL) der Einsatz eines

autonomen Liefersystems für den Transport von Paketen, Lebensmitteln und anderen Gütern des täglichen Bedarfs untersucht. Als Reallabore werden Testumgebungen für neue Technologien und Lösungen definiert, die noch nicht allgemein zugelassen sind. Sie ermöglichen eine sichere Erprobung und schaffen die rechtlichen Rahmenbedingungen für die zukünftige Umsetzung. Mehr Informationen zum Projekt können der Webseite www.mylog-mol.de entnommen werden. Im myLOG MOL-Projekt sollen die lokalen EinzelhändlerInnen ein autonomes Liefersystem gemeinsam nutzen, um Produkte noch am selben Tag auszuliefern. Damit soll gegenüber den großen Onlinehandels-Plattformen ein Wettbewerbsvorteil geschaffen werden. Ein erster Schritt dazu ist die digitale Sichtbarkeit des Produktsortiments. Doch viele EinzelhändlerInnen weisen für den Einsatz dieser Technologie noch keinen angemessenen Digitalisierungsgrad auf. Mit dem Projekt soll der Versuch gestartet werden, lokale EinzelhändlerInnen digital so aufzurüsten, dass sie online eine breite Produktvielfalt anbieten können. Hierfür wird durch das Konsortium eine softwarebasierte Anwendung angeboten, welche den Lagerbestand in einem digitalen Schaufenster

abbildet. Das notwendige Know-how und die technische Umsetzung erfolgt über einen externen Projektpartner (auch Serviceprovider genannt). Der Serviceprovider Youbuyda ist ein Dienstleister, welcher u. a. einen digitalen Zugang zum Sortiment der lokalen EinzelhändlerInnen bereitstellt. In diesem Fall können KundInnen mit der Bestellung und dem Bezahlvorgang den Lieferwunsch „via Lieferroboter“ online bestätigen. Diesem werden alle notwendigen Touren Daten des Transportauftrages übermittelt und die jeweilige Verfügbarkeit des Rovers überprüft. Die HändlerInnen erhalten entsprechende Informationen zur Abwicklung des Bestellvorgangs und Ankunftszeit des Rovers im Ladenlokal. Der Schließmechanismus wird über einen Code, eine Zahlenkombination, sowohl den HändlerInnen als auch den EmpfängerInnen übermittelt.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Entwicklung eines tragfähigen Geschäftsmodells. Tragfähigkeit meint hierbei eine standardisierte Lösung, die in anderen ländlichen Regionen gleichermaßen eingesetzt werden kann („vom initialen zum skalierbaren Geschäftsmodell“). Die inhaltliche Konkretisierung eines Geschäftsvorhabens ist dabei ein zentraler Schritt in Richtung Realisierung. Der vorliegende Beitrag stellt zu diesem Zweck ein Rahmenkonzept für die Geschäftsmodellentwicklung autonomer LaaS im ländlichen Raum vor. Ein Überblick über bestehende autonome LaaS-Lösungen und die geplante Umsetzung des LaaS-Systems im Projektbeispiel myLOG MOL schaffen zunächst ein Verständnis über die technologische Machbarkeit. Im weiteren Verlauf werden die Grundlagen der Geschäftsmodellentwicklung mit dem Business Model Canvas (BMC) von Osterwalder und Pigneur erörtert sowie im Anschluss eine Erweiterung durch spezifische Elemente eines autonomen LaaS-Geschäftsmodells vorgenommen. In diesem Kontext erfolgt u. a. eine nähere Betrachtung der Aspekte „Digitalisierung des Produktsortiments“, „Betrieblicher Rahmen“, „Rechtlicher Rahmen“ und „Infrastrukturelle Anforderungen“ von autonomen LaaS-Lösungen.

2. Status quo autonomer LaaS-Lösungen

LaaS-Lösungen bedeuten eine anpassungsfähige und modulare Bereitstellung von Logistik-IT-Servicediensten und -Infrastrukturen (vgl. Clausen et al., 2013, S. 209). Der Terminus „autonom“ meint hier den Einsatz eines selbständig fahrenden Fahrzeuges, um diese Servicedienste auszuführen. Beispielsweise können Unternehmen und

PrivatkundInnen über eine Plattform z. B. Lebensmittel und weitere Produkte (des täglichen Bedarfs) bestellen. Im Anschluss liefert ein autonomes Liefersystem die Bestellungen aus. Grundsätzlich existieren diverse Begrifflichkeiten, die ein autonomes LaaS-System beschreiben. Typische Synonyme in der Literatur sind zum Beispiel autonome On-Demand-Lösungen, autonome Lieferroboter, autonome Zustellroboter oder im Englischen als Autonomous Last-Mile-Delivery oder Self-Driving-Delivery bezeichnet (vgl. Balaska et al., 2022, S. 1; vgl. Chen et al., 2021, S. 2; vgl. Ranieri et al., 2018; vgl. Wu et al., 2021, S. 1). Die Forschung an jener Technologie hat in den vergangenen Jahren kontinuierlich an Relevanz gewonnen. Begründet wird diese Entwicklung mitunter durch den rasanten Fortschritt im Bereich autonomes Fahren und Robotik (vgl. Waßmer, 2023, S. 146). Infolgedessen ist bereits eine Vielzahl an Studien veröffentlicht worden. Einige relevante Publikationen werden nachfolgend kurz vorgestellt. *Baum et al.* zum Beispiel haben eine Analyse von HerstellerInnen und Anwendungsmöglichkeiten autonomer Liefersysteme, eine Klassifikation unterschiedlicher Fahrzeugkonzeptionen sowie deren Entwicklungsstand vorgenommen (vgl. Baum et al., 2019, S. 2457).

Weiterhin wurden Effizienzsteigerungen bei Lieferzeiten von *Jennings et al.* sowie mögliche Kosteneinsparungen durch die Integration autonomer Zustellroboter von *Ranieri et al.* untersucht (vgl. Jennings et al., 2019, S. 2; vgl. Ranieri et al., 2018, S. 3). *Boysen et al.* befassten sich insbesondere mit der Fragestellung, welche Fahrzeugtypen für den Einsatz der letzten Meile in Frage kommen. In diesem Zusammenhang wurden autonome Liefersysteme als alternative Lieferkonzepte analysiert. Weiterhin veranschaulichten sie die zugrundeliegenden Funktionalitäten und beleuchteten die Vor- und Nachteile dieser Ansätze (vgl. Boysen et al., 2020, S. 3). *Engesser et al.* haben wiederum eine Literaturanalyse durchgeführt, um verschiedene Anwendungsfälle autonomer Liefersysteme zu identifizieren (vgl. Engesser et al., 2023, S. 34). Zuletzt haben *Plank et al.* diverse autonome Liefersysteme und potenzielle Betriebsszenarien für deutsche Städte untersucht. Die bewerteten Betriebsszenarien zeigen unterschiedliche Resultate in Abhängigkeit von den untersuchten Städten (vgl. Plank et al., 2022, S. 5). Der Einsatz autonomer Lösungen in ländlichen Räumen wird aktuell überwiegend unter dem Aspekt der Mobilität beleuchtet (vgl. Axhausen et al., 2019, S. 2; vgl. Butler et al., 2020; vgl. Proff, 2021, S. 723). Die

vorliegende Ausarbeitung mit dem Schwerpunkt autonome LaaS-Systeme im ländlichen Raum soll deshalb einen innovativen wissenschaftlichen Beitrag in diesem Kontext leisten.

3. Autonomer LaaS am Projektbeispiel myLOG MOL

Im Projekt myLOG MOL erfolgt die Entwicklung des LaaS-Systems unter Nutzung der 5G-Technologie, in der Straßeninfrastruktur angebrachter Sensoren und autonomer Robotik. Zentraler Baustein ist das Fahrzeugsystem mit autonomer Fahrfunktion, welches aus dem Roboter-Chassis, dem Aufbau samt Laderaum und Hardwarekomponenten wie Rechner, Kamera und LiDAR-Sensoren besteht. Ähnlich wie menschliche FahrerInnen müssen autonome Fahrzeuge ihre Umgebung nach sich bewegenden Objekten bzw. unbewegten Hindernissen scannen, um sich sicher auf dem vorgesehenen Fahrweg zu bewegen. Mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen muss folglich eine dynamische Kommunikation in Echtzeit bestehen. Informationen verschiedener Sensoren werden deshalb zu einem kohärenten Lagebild zusammengeführt, aus dem Steuerungsbefehle autonom abgeleitet werden. Dieser Prozess, auch als Sensordatenfusion bekannt, ähnelt der Art und Weise, wie menschliche Sinneswahrnehmung funktioniert (vgl. Ritz, 2018, S. 48). Die für diese Aufgaben benötigten Daten sind von entscheidender Sicherheitsrelevanz. Daher muss die Sensorik für die Umgebungswahrnehmung redundant ausgelegt werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten (vgl. Ritz, 2018, S. 42).

Bei der Entwicklung des autonomen Fahrens werden hinsichtlich der infrastrukturellen Rahmenbedingungen verschiedene Strategien verfolgt. Die Umgebungserfassung kann u. a. durch zusätzliche, fest installierte Sensoren in der Straßeninfrastruktur ergänzt werden. Diese Strategie wird im Projekt myLOG MOL realisiert. Ausgewählte Kreuzungen werden mit Sensoren ausgestattet, um durch Vernetzung mit den Fahrzeugen den Wahrnehmungsbereich zu erweitern und VerkehrsteilnehmerInnen früher bei der Steuerung berücksichtigen zu können. Im Projekt erfolgen die rechenintensiven Aufgaben wie Bildverarbeitung und Pfadplanung zudem zentral in einer sogenannten Edge-Cloud. Diese kommuniziert per 5G, um Sensordaten von Robotern und Kreuzungspunkten zu empfangen, Fahrbefehle zu berechnen und in Echtzeit wieder an die Roboter zurückschicken zu können. Die zentralisierte Datenverarbeitung soll insbesondere die Kosten pro

Fahrzeug verringern. Die Bestandteile des autonomen Flottensystems sind in *Abbildung 1* dargestellt.

Eine Flotte von Lieferrobotern wird über die Steuerungs- und Verwaltungssoftware gesteuert und überwacht. Der Serviceprovider dockt an das Flottenmanagementsystem an. Die Roboter sind mit ausreichend Laderaum konzipiert, um getrennte Fächer anzubieten, sodass grundsätzlich unterschiedliche Kunden gebündelt beliefern zu können. Je nach Größe der Lieferroboter kann die Fahrbahn zusammen mit anderen Kraftfahrzeugen genutzt werden oder der Gehweg.

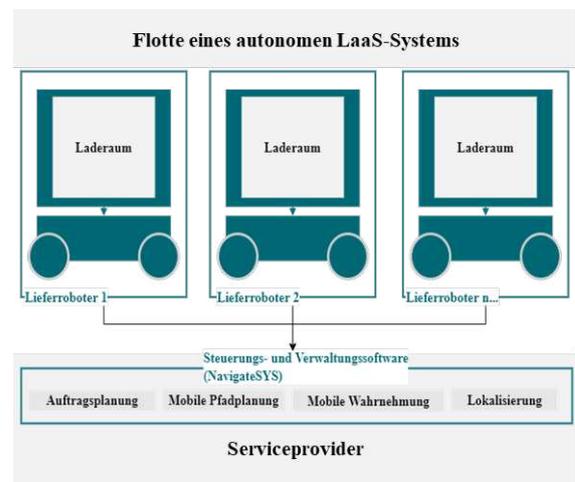


Abbildung 1: Flotte eines autonomen LaaS-Systems und Schnittstellen zur NavigateSYS-Software sowie zum Serviceprovider im Projekt myLOG MOL
Quelle: Projektinterne Skizze, 2023

Ein zentraler Baustein des autonomen LaaS-Systems ist die Steuerungs- und Verwaltungssoftware NavigateSYS, eine Softwareanwendung für autonomes Fahren, welche der Konsortialpartner Gestalt Robotics für das Projekt weiterentwickelt hat. Wichtige Aufgabenpakete der NavigateSYS sind zum Beispiel die Auftragsplanung, die mobile Pfadplanung sowie die mobile Wahrnehmung (Umgebungswahrnehmung) und die Lokalisierung. Die Software ermöglicht zudem das autonome Fahren und die Disposition der Fahrzeuge. Weiterhin wird über die NavigateSYS die Anwendungsschnittstelle bereitgestellt. Über diese kann eine Kommunikation zwischen dem autonomen Liefersystem und zum Beispiel dem Serviceprovider erfolgen. Eine hohe Standardisierung dieser Schnittstelle ermöglicht eine vereinfachte Integration unterschiedlicher externer Anwendungen und verringert die Komplexität sowie die Fehleranfälligkeit.

4. Business Model Canvas als Instrument zur Geschäftsmodellentwicklung

Geschäftsmodelle (engl. business models) beschreiben vereinfacht die Art und Weise, wie Unternehmen Werte schaffen und diese vermitteln. Sie sind abstrakte Werkzeuge und erklären die Grundlagen für den erfolgreichen Betrieb eines Unternehmens. Ein effektives Geschäftsmodell berücksichtigt sowohl die Bedürfnisse und Anforderungen der KundInnen als auch die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität des

Chancen für Innovationen frühzeitig zu erkennen, Engpässe zu identifizieren und die Ausrichtung ihrer Geschäftsstrategie kontinuierlich zu verbessern. Auf die einzelnen Bausteine des BMC wird nachfolgend eingegangen sowie ein Ausblick gegeben, wie sie innerhalb des myLOG MOL-Projektes identifiziert worden sind.

Schlüsselpartner *

Ein erfolgreiches Geschäftsmodell ist auf SchlüsselpartnerInnen und Allianzen angewiesen. Sie sind für die Ressourcenbeschaffung

* Im traditionellen BMC sind die Überschriften in maskuliner Form definiert (Referenzmodell), im Partnerschaft kann nachfolgenden beschreibenden Text wird jedoch die gendergerechte Formulierung verwendet.



Abbildung 2: SEQ Abbildung * ARABIC 2: Business Model Canvas

viele Möglichkeiten, um Geschäftsmodelle methodisch zu entwickeln. Eine bewährte Methode ist das Business Model Canvas (BMC) von Osterwalder und Pigneur. Das BMC ist ein Instrument zur ganzheitlichen Planung und Analyse von Geschäftsmodellen. Unternehmen können das Tool nutzen, um eine strukturierte Gestaltung zu ermöglichen sowie den Entwicklungsprozess zu erleichtern (vgl. Osterwalder et al., 2013). Das Canvas besteht aus neun Feldern, die in einem Raster zusammengefasst werden und jeweils einen Aspekt eines zukünftigen Geschäftsvorhabens repräsentieren, vgl. Abbildung 2.

Die Summe aller im Canvas enthaltenen Elemente zeigt die notwendige Architektur auf, mit deren Hilfe ein Unternehmen sein Wertangebot erstellt und für verschiedene KundInnensegmente bereitstellt (vgl. Grichnik, 2013, S. 44). Die visuelle Darstellung ermöglicht Unternehmen weiterhin, vorhandene

die Effektivität des Unternehmens steigern (vgl. BMW, o. J.). Als Beispiele für SchlüsselpartnerInnen eines LaaS-Geschäftsmodells sind neben diversen HerstellerInnen für Roboter-Chassis und Ersatzteile weiterhin alle Partner, die für eine erfolgreiche Realisierung des autonomen LaaS Geschäftsmodells notwendig sind.

Schlüsselaktivitäten und -ressourcen

Unter diesen Bausteinen werden alle Schlüsselprozesse zusammengefasst, die erforderlich sind, um das Geschäftsmodell umzusetzen. Diese reichen von der Produktentwicklung und -umsetzung bis hin zu Softwareentwicklung und Servicedesign (vgl. Osterwalder et al., 2013, S. 32). Schlüsselaktivitäten und -ressourcen im LaaS-Geschäftsmodell sind zum Beispiel die Entwicklung und Wartung der

autonomen Lieferroboter oder die Softwareentwicklung und Wartung für die Steuerung sowie Verwaltung der autonomen Lieferflotte. Hierzu müssen die notwendigen Ressourcen (Roboter, Sensoren, Rechner, Edge Cloud, Budget) zur Verfügung stehen.

Wertversprechen

In diesem Element sollen die folgenden Fragen beantwortet werden: Welchen Mehrwert haben EndnutzerInnen, wenn ein autonomer Lieferroboter ihre Bestellungen liefert? Welchen Nutzen haben EinzelhändlerInnen, in diesem Fall die EinzelhändlerInnen in ländlichen Regionen, wenn sie eine derartige innovative Lösung in ihre Geschäftsprozesse integrieren können? Hier geht es um die Bedürfnisbefriedigung und Problemlösung der KundInnen. Mit der Digitalisierung des Produktsortiments können die EinzelhändlerInnen ein autonomes LaaS-System nutzen, um ihre KundInnen mit dem Produktsortiment zu bedienen (vgl. Osterwalder et al., 2013, 26 f.).

Kundenbeziehungen *

In diesem Kontext werden Fragen geklärt, welche Art von KundInnenbeziehungen aufgebaut werden und auf welche Weise das Unternehmen mit seinen KundInnen interagiert. Aufgrund von zunehmenden digitalen DienstleisterInnen und der Vernetzung im Internet, nehmen auch die digitalen Interaktionen mit der Kundschaft zu (vgl. Übelhör, 2019, 459 f.). In Strausberg wird der erste Kundenkontakt noch überwiegend im Ladengeschäft des Einzelhandels aufgebaut. Perspektivisch soll der Einsatz autonomer Lieferroboter den KundenInnenstamm erweitern. Eine hohe Akzeptanz der Technologie kann durchaus die KundenInnenbeziehungen stärken.

Marktkanäle

Die Marktkanäle zeigen auf, wie das Unternehmen am besten seine KundInnen erreichen kann. Dabei sind sie als erste Schnittstelle zu den KundInnen besonders wichtig und erfordern eine intensive Analyse im Vorfeld der Geschäftstätigkeit (vgl. Osterwalder et al., 2013, 30 f.). Potenzielle KundInnen können im myLOG MOL-Projekt über das digitale Schaufenster, über Social Media, aber auch durch die regionale Wirtschaftsförderung und deren Netzwerke erreicht werden.

Kundensegmente *

Das Festlegen von KundInnensegmenten unterstützt Unternehmen bei der strategischen Planung. Die Auswahl der richtigen Gruppe kann durch gemeinsame Bedürfnisse, Verhaltensweisen oder andere relevante Merkmale erleichtert werden (vgl. Osterwalder et al., 2013, S. 20). Für das autonome LaaS-Geschäftsmodell werden KundInnensegmente wie folgt definiert: Die lokalen EinzelhändlerInnen sind die KundInnen der autonomen LaaS-Lösung. Die EndnutzerInnen sind KundInnen im engeren Sinne. Sie nutzen den Dienst „Warenlieferung mit einem autonomen Lieferroboter“. Potenzielle KundInnensegmente können weiterhin Kommunen und andere öffentliche und private Einrichtungen sein (z. B. für Postlieferungen).

Kosten- und Einnahmestrukturen

Zu den Kostenstrukturen zählen neben Investitions- und Betriebskosten alle anfallenden Kosten, um das Geschäftsmodell zu betreiben (z. B. für Lizenzen, Wartung, Versicherungen, F&E und weitere) (vgl. BMW, o. J.). Die Einnahmestrukturen im vorliegenden Anwendungsfall können diverse Preismodelle wie Abonnement- und Mitgliedschaftsmodelle, Gebühren, Werbeeinnahmen und Preismodelle mit PartnerInnen enthalten.

5. Rahmenkonzept eines initialen BMC für autonome LaaS-Lösungen

Zur Gestaltung innovativer Geschäftsmodelle ist das BMC sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft weit verbreitet. Die einzelnen Elemente können einen ersten Einblick in die geplante Geschäftstätigkeit geben sowie kontinuierliche Anpassungen erleichtern. Um ein autonomes LaaS-Konzept zu adressieren, sind jedoch noch weitere charakteristische Merkmale notwendig. Die Entwicklung autonomer LaaS-Lösungen erfolgt i. d. R. in komplexen Netzwerken aus PartnerInnen, ServiceproviderInnen, KundInnen und EndnutzerInnen, die im BMC schwer zu integrieren sind.

Darüber hinaus müssen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden, die speziell für eine autonome LaaS-Geschäftsmodellkonzeption entscheidend sind. Deshalb wurde in einem ersten Schritt ein initiales BMC inhaltlich ausgestaltet und dieses in einem nächsten Schritt in ein umfassenderes Rahmenkonzept strukturell eingebunden, welches die besonderen Merkmale eines autonomen LaaS-Geschäftsmodells berücksichtigt. Jenes soll als Ausgangspunkt für einen standardisierten Prozess dienen sowie Aufschluss darüber geben, ob eine Skalierbarkeit, also Tragfähigkeit des geplanten

Geschäftsvorhabens möglich ist. Weiterhin können Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen dem autonomen LaaS-System und seinen externen Einflüssen besser nachvollzogen werden. Die Dimensionen „Digitalisierung des Produktsortiments“, „Betrieblicher Rahmen“, „Rechtlicher Rahmen“ und „Infrastrukturelle Anforderungen“ bilden im betrachteten Use Case die ergänzenden Bausteine ab. Das Rahmenkonzept mit dem initialen BMC für autonome LaaS-Lösungen ist in *Abbildung 3* dargestellt. Die zusätzlichen Dimensionen werden im Folgenden näher erläutert.

5.1 Digitalisierung des Produktsortiments

dann nicht erforderlich. Dieses Konzept bietet eine Vielzahl von Vorteilen, darunter die Automatisierung von Prozessen je nach Digitalisierungsgrad, die Nutzung von Analytics- und Traffic-Tools zur Leistungsverbesserung sowie gezielte Produktvorschläge mittels Handynutzung und Geolokalisierung. Allerdings steht und fällt das Angebot von digitalen Lösungen für den stationären Einzelhandel in ländlichen Gebieten mit einer flächendeckenden Internetinfrastruktur. In vielen dieser Regionen mangelt es an einer Breitband-Internetverbindung. Dies kann sich insbesondere beim Onlineshopping negativ auswirken, wenn beispielsweise Webseiten nicht geladen und

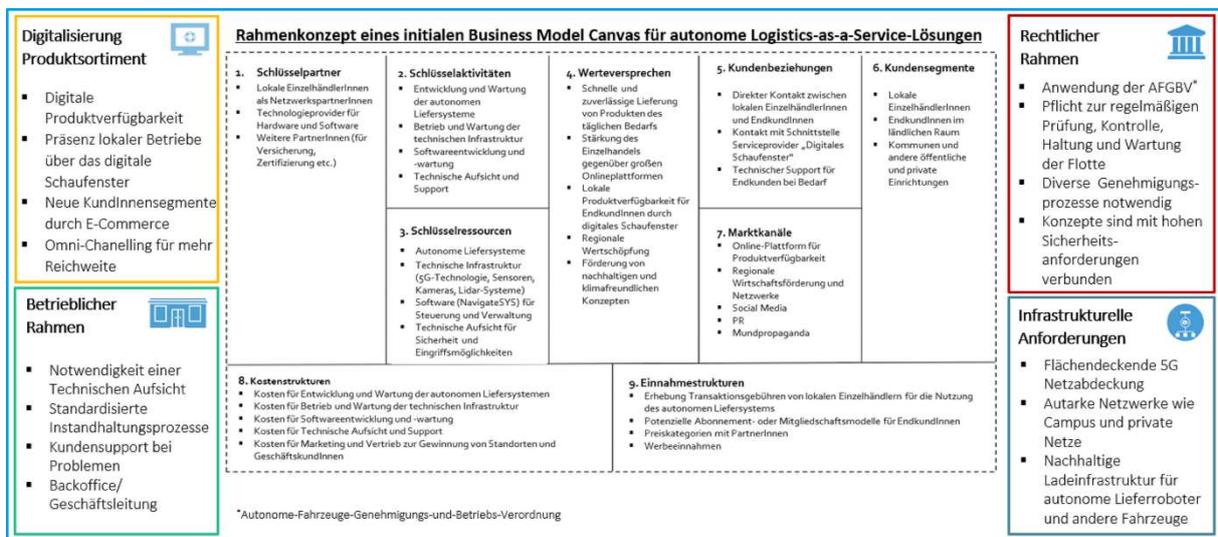


Abbildung 3: Rahmenkonzept eines initialen BMC für autonome LaaS-Lösungen
Quelle: Eigene Darstellung

Die Digitalisierung bringt viele Vorteile für den stationären Einzelhandel. Durch die Nutzung von E-Commerce-Plattformen erweitern sich die Möglichkeiten für die ländlichen Einzelhandelsbetriebe im Internet präsent zu sein. Es ist möglich, eine 24/7-Verfügbarkeit von Produkten und Dienstleistungen anzubieten, welche die Flexibilität für KundInnen steigert, und Umsatzpotenziale maximiert. Zudem können durch die gesammelten KundInnen Daten personalisierte Angebote erstellt und die KundInnenbindung gestärkt werden. Die Integration von Online-Präsenz, Social Media, mobilen Apps und physischen Standorten steigert die Sichtbarkeit und NeukundInnengewinnung. Eine interessante Anwendungsmöglichkeit bietet das digitale Schaufenster, welches in Form einer Webseite, in ländlichen Räumen ansässigen EinzelhändlerInnen die Möglichkeit eröffnet, ihre Produkte einem breiten Publikum online zugänglich zu machen. Einen eigenen Onlineshop einzurichten und zu pflegen, ist

Transaktionen nicht abgeschlossen werden können. Jene technische Beschränkung kann die Fähigkeit der ländlichen EinzelhändlerInnen beeinträchtigen, effektiv im E-Commerce zu agieren oder andere digitale Lösungen zu nutzen. Darüber hinaus sind die Kosten für den Ausbau einer zuverlässigen digitalen Infrastruktur in ländlichen Räumen erheblich. Die Installation von Breitbandkabeln und -türmen sowie die Anpassung für den Einzelhandelsbetrieb erfordern hohe Investitionen. Neben der Infrastruktur sind technische Schulungen für EinzelhändlerInnen und MitarbeiterInnen von entscheidender Bedeutung. Die Einführung neuer digitaler Technologien erfordert oft spezielle Fähigkeiten und Kenntnisse, für die entsprechende Ressourcen bereitgestellt werden müssen.

5.2 Rechtlicher Rahmen

Mit dem Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes - Gesetz zum

autonomen Fahren wurden im Jahr 2021 die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen, dass Fahrzeuge in festgelegten Betriebsbereichen (örtlich und räumlich bestimmter öffentlicher Straßenraum, somit auch Gehwege) autonom, also ohne Steuerung durch eine fahrzeugführende Person, betrieben werden dürfen. Zur Anwendung des neuen Rechts ist außerdem die Autonome-Fahrzeuge-Genehmigungs- und-Betriebs-Verordnung (AFGBV) heranzuziehen. Es werden Regelungen zu den Anforderungen an Fahrzeugtechnik, -herstellung, -haltung und -wartung, an die neue Rechtsfigur der Technischen Aufsicht sowie zum Genehmigungsprozess getroffen, die zum Betrieb von Fahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion erfüllt werden müssen. Aktuell ist der Betrieb mit hohem Aufwand verbunden und nicht auf private FahrzeughalterInnen ausgerichtet.

Zum Betrieb eines LaaS-Angebotes mit autonom fahrenden Transportrobotern muss die Halterin oder der Halter der Fahrzeuge eine Genehmigung für den festgelegten Betriebsbereich bei der nach Bundes- oder Landesrecht zuständigen Behörde, z. B. die Straßenverkehrsbehörde des Landkreises einholen und eine Technische Aufsicht einrichten. Es sind außerdem verschiedene Pflichten zu erfüllen: regelmäßige Wartung der für die autonome Fahrfunktion erforderlichen Systeme, Speicherung von Daten zum Fahrzeugstatus, täglich vor Betriebsbeginn eine erweiterte Abfahrkontrolle, alle 90 Tage eine Gesamtprüfung und weitere. Der regulatorische Rahmen ist aktuell auf hohe Sicherheitsanforderungen ausgerichtet und wird im Zuge der Entwicklungen des autonomen Fahrens angepasst werden. Zu beachten sind ferner die Vorschriften, die sich aus dem Transport von Gütern ergeben. So dürfen gemäß Jugendschutzgesetz beispielsweise keine alkoholischen Getränke und Tabakwaren an Kinder und Jugendliche verkauft werden, sodass bei einem entsprechenden Sortiment eine sichere, technische Lösung für die Altersverifizierung eingerichtet werden muss.

5.3 Betrieblicher Rahmen

Der Betrieb eines autonomen LaaS-Liefersystems erfordert, je nach Größe der Fahrzeugflotte bzw. des Unternehmens und des KundInnenstamms, mindestens folgende Organisationseinheiten: Technische Aufsicht, Instandhaltung, KundInnensupport sowie ein Backoffice. Die Einheiten werden im Folgenden kurz erörtert. Die rechtliche Voraussetzung für die Nutzung eines Kraftfahrzeugs mit autonomer Fahrfunktion ist der Einsatz einer Technischen Aufsicht (vgl. 5.2). Unter dieser wird eine natürliche Person verstanden,

welche das Kraftfahrzeug während des Betriebes u. a. aus der Ferne bei Bedarf deaktivieren und Fahrmanöver vor- und freigeben kann. Eine Person soll zukünftig mehrere Fahrzeuge gleichzeitig überwachen können. Der erforderliche Betreuungsschlüssel wird sich mit zunehmender technologischer Reife verringern.

Die Technische Aufsicht ist in ihrer Sicherheitsrolle für die Fälle zuständig, in denen die autonome Fahrfunktion an ihre Grenzen kommt und in den risikominimalen Zustand überwechselt oder menschliche Unterstützung benötigt. Es wird möglich sein, die Aufgaben der Technischen Aufsicht zu bündeln, sodass mehrere Flotten bzw. mehrere Betriebsbereiche zentral überwacht werden können. Bei Ausfällen am Betriebsort müssen Personen vor Ort eingreifen bzw. Reparaturmaßnahmen einleiten können. Um die Fahrzeuge instand zu halten, ist eine weitere Organisationseinheit erforderlich, welche über entsprechend ausgestattete Werkstatträume und qualifiziertes Personal verfügen muss. Zur Instandhaltung zählt gemäß der Norm DIN 31051 die Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Bei Ausfällen am Betriebsort müssen gem. AFGBV (vgl. 5.2) Personen vor Ort eingreifen bzw. Reparaturmaßnahmen einleiten können. Dazu ist es neben der Einrichtung einer eigenen Einheit möglich, Kooperationen mit örtlichen Kraftfahrzeugwerkstätten einzugehen, um keine eigenen Ressourcen aufbauen zu müssen.

Für die EndnutzerInnen des LaaS-Angebotes bedarf es einer Kontaktstelle, um auf technische Probleme und allgemeine Nachfragen eingehen zu können. Das eingesetzte Personal muss mindestens während der Betriebszeiten erreichbar sein und für das Gesamtsystem geschult sein, um fachliche Kenntnisse zu Fahrzeugtechnik, Lieferpreisen, Lieferbedingungen sowie Bestellsoftware zu besitzen. Weiterhin werden ein Backoffice bzw. eine Geschäftsführung benötigt, welche für organisatorische Aufgaben wie Personalmanagement, Marketing und Vertrieb zuständig ist. Eine zentrale Aufgabe ist die Gewinnung von neuen Standorten bzw. möglichst vielen GeschäftskundInnen im Einzelhandel und der Gastronomie an einem Betriebsbereich. Als AnsprechpartnerInnen können aber auch die kommunale Politik oder die öffentliche Verwaltung dienen, deren Interesse an der Belebung von Einkaufsstraßen und der Unterstützung des lokalen Einzelhandels sich mit den Zielen des LaaS-Angebotes deckt.

5.4 Infrastrukturelle Anforderungen

Hinsichtlich der infrastrukturellen Rahmenbedingungen wird, wie in Kapitel 3 beschrieben, im Projekt myLOG MOL die Strategie verfolgt, die Umgebungserfassung durch zusätzliche Sensoren in der Straßeninfrastruktur zu ergänzen. Weiterhin wird mit 5G-Technologie gearbeitet, um bei der Kommunikation zwischen Lieferrobotern und zentraler Hardware (Edge-Cloud) niedrige Latenzzeiten darstellen zu können. Informationen müssen so schnell wie möglich übertragen werden, da sich die Fahrzeuge in Bewegung befinden. Auch für die Verbindung zur Technischen Aufsicht ist die Funknetzabdeckung eine sicherheitsrelevante Voraussetzung.

Darüber hinaus sind Lade- und Parkmöglichkeiten für die autonomen Lieferroboter erforderlich. Bei der Geschäftsmodellentwicklung sollte daher eine

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ganzheitliche und nachhaltige Konzeptentwicklung für Ladensäulen mitbedacht werden. So wäre es denkbar, dass E-Fahrzeuge, Scooter und E-Bikes sowie autonome Lieferroboter fachgerecht, platzsparend und dem Ortsbild entsprechend integriert werden. Im Idealfall laden die Fahrzeuge kabellos an induktiven Kontaktpunkten, um an dieser Stelle nicht auf Personal angewiesen zu sein. Hierfür müssen aber in ländlichen Räumen vorhandene Flächen u. a. der öffentlichen Verwaltung oder vom Handel genutzt werden (vgl. Erhardt, 2023). In jeden Fall können flächendeckende Ladeinfrastrukturen als Anreizsysteme dienen, um den Erwerb von Elektrofahrzeugen attraktiver zu gestalten (vgl. Hausladen, 2021, S. 7). Somit wirkt sich eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur in ländlichen Räumen positiv auf innovative Geschäftsmodelle wie im Beispiel myLOG MOL aus.

6. Fazit und Ausblick

Entwicklung und Umsetzung autonomer LaaS-Lösungen in ländlichen Regionen bieten vielversprechende Möglichkeiten, um den Herausforderungen des demografischen Wandels und der mangelhaften Infrastruktur zu begegnen. Die Erfahrungen und Daten aus dem hier beschriebenen Reallabor können als Grundlage für zukünftige Projekte dienen. Es ist zu erwarten, dass die rechtlichen Rahmenbedingungen für autonome Lieferfahrzeuge stetig angepasst werden, da durch die technologische Weiterentwicklung zukünftig Sicherheit und Zuverlässigkeit der Technologien für

das autonome Fahren erhöht werden. Dies eröffnet Chancen für die Skalierung, aber auch für eine stetige Anpassung von Geschäftsmodellen autonomer LaaS-Lösungen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und kommunalen Einrichtungen unterstützt die erfolgreiche Entwicklung und Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle. Hierfür müssen die infrastrukturellen Rahmenbedingungen, zum Beispiel eine flächendeckende 5G-Netzabdeckung, gewährleistet sein und notwendige Lade- sowie Parkmöglichkeiten weiter ausgebaut werden. Schlussendlich muss der stationäre Einzelhandel an der kontinuierlichen Digitalisierung des Warenangebots arbeiten, um KundInnen in ländlichen Regionen weitläufig zu erreichen. Insgesamt bieten autonome LaaS-Lösungen jedoch großes Potenzial, um die Lebensqualität im ländlichen Raum zu verbessern und die wirtschaftliche Vitalität dieser Gebiete zu stärken.

Förderkennzeichen 45FGU122

Literatur

Axhausen, K. W., Frazzoli, E., Sieber, L. & Ruch, C.; Hörl, Sebastian (2019). Improved public transportation in rural areas with self-driving cars: The Example of Swiss Train Lines. *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, 1482, 1-31.

Balaska, V., Tsiakas, K., Giakoumis, D., Kostavelis, I. et al. Tzovaras, D. (2022). A Viewpoint on the Challenges and Solutions for Driverless Last-Mile Delivery, *MACHINES*, 10(11), 1-15.

Baum, L., Assmann, T. & Strubelt, H. (2019). State of the art - Automated micro-vehicles for urban logistics. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2455-2462.

Boysen, N., Fedtke, S. & Schwerdfeger, S. (2020). Last mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*, 43(1), 1-58.

BMEL Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2023). Ländliche Regionen im Fokus – Fakten und Hintergründe, 1-44.

BMWE Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.). Business Model Canvas: Vorlage.

Butler, L., Yigitcanlar, T. & Paz, A. (2020). How Can Smart Mobility Innovations Alleviate Transportation Disadvantage? Assembling a Conceptual Framework through a Systematic Review. *Applied Sciences*, 10(18), 1-40.

Chen, C., Demir, E., Huang, Y. & Qiu, R. Z. (2021). The adoption of self-driving delivery robots in last mile logistics. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 146, 102-214.

Clausen, U., Hompel, M. ten & Klumpp, M. (Hrsg.), (2013), *Lecture notes in logistics. Efficiency and logistics*. Springer.

Engesser, V., Rombaut, E., Vanhaverbeke, L. & Lebeau, P. (2023), *Autonomous Delivery Solutions for Last-Mile Logistics Operations: A Literature Review and Research Agenda*. *SUSTAINABILITY*, 15(3), 1-17.

Erhardt, C. (2023). E-Ladesäulen: Worauf Städte und Gemeinden achten müssen. <https://kommunal.de/e-ladesaeulen-worauf-staedte-und-gemeinden-achten-muessen>, [letzter Zugriff, 19.10.2023].

Grichnik, D. (2013). *Das unternehmerische Unternehmen: Revitalisieren und Gestalten der Zukunft mit Effectuation - Navigieren und Kurshalten in stürmischen Zeiten*. Business Innovation Universität St. Gallen, Springer.

Hausladen, I. (2021). Geschäftsmodelle für den Betrieb von Elektro-Ladeinfrastrukturen: „Symbiose mal anders gedacht“, 7(8), 4-10.

Jennings, D. & Figliozzi, M. A. (2019). A Study of Sidewalk Autonomous Delivery Robots and Their Potential Impacts on Freight Efficiency and Travel. *Journal of the Transportation Research Board*, 6(1), 1-18.

Lehmacher, W. (2015). *Logistik im Zeichen der Urbanisierung: Versorgung von Stadt und Land im digitalen und mobilen Zeitalter, Essentials*. Springer Gabler.

Magretta, J. (2002). *Why Business Models Matter*. *Harvard Business Review*, 1-8.

Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2011). *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer* (J. T. A. Wegberg, Übers.) (1. Aufl.), Business 2011, Campus Verlag GmbH.

Übelhör, J. (2019). *Industrieunternehmen und die Transformation von Geschäftsmodellen im Kontext der Digitalisierung: Eine empirische Studie über die Auswirkungen anhand des Business Model Canvas*. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 56, 453–467.

Plank, M., Lemardelé, C., Assmann, T. & Zug, S. (2022). Ready for robots? Assessment of autonomous delivery robot operative accessibility in German cities. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100036, 1-15.

Proff, H. (2021). *Making Connected Mobility Work*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B. & Roccotelli, M. (2018). A Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision. *SUSTAINABILITY*, 10(3), 782, 1-18.

Ritz, J. (2018). *Mobilitätswende – autonome Autos erobern unsere Straßen*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 229-232.

Übelhör, J. (2019). *Industrieunternehmen und die Transformation von Geschäftsmodellen im Kontext der Digitalisierung – Eine empirische Studie über die Auswirkungen anhand des Business Model Canvas*. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 56(2), 453-467.

Waßmer, M. P. (2023). *Auf dem Sprung zum autonomen Fahren*. In T. Grundmann, J. Hey, S. Hobe, C. Katzenmeier, T. Körber, C. Neufeind, M. Ogorek, F. Rostalski & M. P. Waßmer (Hrsg.), *Schriften zu Recht und Ethik der Digitalen Transformation: Band 1. Die Macht der Algorithmen*, 127-148.

Wu, Y. Z., Ding, Y. H., Ding, S. S. & Savaria, Y.; Li, M. (2021). *Autonomous Last-Mile Delivery Based on the Cooperation of Multiple Heterogeneous Unmanned Ground Vehicles*. *MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING*, 1-15.

AutorInnenangaben

Prof. Dr. Iris Hausladen
Inhaberin Heinz Nixdorf-Lehrstuhl
für IT-gestützte Logistik

Wissenschaftliche Projektleitung myLOG MOL
HHL Leipzig Graduate School of Management
Jahnallee 59, 04109 Leipzig

E-Mail: iris.hausladen@hhl.de

Lyuzi Kirchgeorg-Muradyan
Wissenschaftliche Projektmitarbeiterin myLOG MOL
am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für IT-gestützte Logistik
HHL Leipzig Graduate School of Management
Jahnallee 59, 04109 Leipzig

E-Mail: kirchgeorg-muradyan@hhl.de

Liss Böckler
Teamleitung und Beraterin autonomes Fahren
Interlink GmbH
Wallstraße 58, 10179 Berlin

E-Mail: boeckler@interlink-verkehr.de

Christian Schmischke
Projektleitung, Berater
LaLoG LandLogistik GmbH
Im Technologiepark 1, 15236 Frankfurt (Oder)

E-Mail: christian.schmischke@landlogistik.eu