

# Abschlussbericht Lastenradbelieferung Darmstadt LieferradDA – Phase 2



# Lastenradbelieferung Darmstadt – Phase 2

---

## Abschlussbericht

Erstellt von

M. Sc. Fabian Rippert

Sebastian Bruns

Prof. Dr. Axel Wolfermann (h\_da)

Prof. Dr. Johanna Bucerius (h\_da)

Prof. Dr. Kai-Oliver Schocke (FRA UAS)

Juli 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Rückblick: LieferradDA – Projektphase 1.....</i>	<i>1</i>
1.2	<i>Ziele und Forschungsfragen der zweiten Förderphase.....</i>	<i>2</i>
<b>2</b>	<b>Projektverlauf .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Erfahrungen im Betrieb des Lastenraddienstes .....</b>	<b>6</b>
3.1	<i>Sendungsaufkommen in der zweiten Projektphase .....</i>	<i>6</i>
3.2	<i>Bestellungs- und Tourenplanungssoftware.....</i>	<i>8</i>
3.2.1	<i>Anforderungen an Bestellung und Abrechnung.....</i>	<i>10</i>
3.2.2	<i>Anforderungen an die Tourenplanung .....</i>	<i>11</i>
3.2.3	<i>Routing und Auslieferung .....</i>	<i>12</i>
3.2.4	<i>Erfahrungen mit „Tiramizoo“ von TIRAMIZOO GmbH (München, Deutschland) .....</i>	<i>13</i>
3.2.5	<i>Erfahrungen mit „TrackPOD“ von Geros Technologijos Ltd (Vilnius, Litauen) .....</i>	<i>14</i>
3.2.6	<i>Weitere bewertete Software.....</i>	<i>16</i>
3.2.7	<i>Empfehlungen .....</i>	<i>17</i>
3.3	<i>Optimierung des Liefersdienstes in Abhängigkeit von Liefergebiet und Sendungsmenge</i> <i>17</i>	
3.4	<i>Wünsche und Erwartungen des Einzelhandels.....</i>	<i>18</i>
<b>4</b>	<b>Eignung von unterschiedlichen Lastenfahrrädern.....</b>	<b>22</b>
4.1	<i>Stärken und Schwächen unterschiedlicher Lastenradtypen.....</i>	<i>22</i>
4.1.1	<i>Lieferbike .....</i>	<i>23</i>
4.1.2	<i>Long John.....</i>	<i>23</i>
4.1.3	<i>Longtail .....</i>	<i>23</i>
4.1.4	<i>Trike.....</i>	<i>23</i>
4.1.5	<i>Schwerlastenräder.....</i>	<i>24</i>
4.2	<i>Eigene Erfahrungen mit Lastenrädern .....</i>	<i>25</i>
4.2.1	<i>RYTLE MovR (mit Exchange BOX) .....</i>	<i>25</i>
4.2.2	<i>ONO .....</i>	<i>30</i>
4.2.3	<i>Radkutsche Musketier .....</i>	<i>36</i>
4.2.4	<i>Riese und Müller Load 75 .....</i>	<i>39</i>
4.2.5	<i>Fazit .....</i>	<i>43</i>
4.3	<i>Erforderliche Infrastruktur .....</i>	<i>44</i>
4.3.1	<i>Depot und Abstellort für Lastenräder .....</i>	<i>44</i>
4.3.2	<i>Verkehrsinfrastruktur .....</i>	<i>44</i>

---

<b>5</b>	<b>Erfahrungen zur Organisationsform.....</b>	<b>46</b>
5.1	<i>Stakeholder .....</i>	<i>46</i>
5.2	<i>Organisationsform .....</i>	<i>46</i>
5.2.1	Verein .....	47
5.2.2	Städtisches Unternehmen .....	48
5.2.3	Privatwirtschaftliches Unternehmen.....	48
5.3	<i>Dauerhafte Betreiber*in .....</i>	<i>49</i>
5.3.1	LieferradDA als Verein des Einzelhandels.....	49
<b>6</b>	<b>Wirtschaftlichkeit, Kosten, Einnahmemodelle .....</b>	<b>50</b>
6.1	<i>Kundengruppen und deren Anforderungsprofile .....</i>	<i>50</i>
6.1.1	Einzelhandel.....	51
6.1.2	Bürowarenhandel .....	52
6.1.3	Apotheken .....	53
6.1.4	Unternehmen mit mehreren innerstädtischen Standorten .....	54
6.1.5	Stadtwirtschaft - Gemeinschaftsverpflegung .....	55
6.1.6	Stadtwirtschaft - Kreislaufwirtschaft .....	56
6.1.7	KEP-Dienstleister .....	59
6.2	<i>Fähigkeiten eines Radlieferdienstes (Attraktivität).....</i>	<i>59</i>
6.3	<i>Einnahmemodelle .....</i>	<i>61</i>
6.4	<i>Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse .....</i>	<i>62</i>
<b>7</b>	<b>Kommunikation, Marketing und Integration .....</b>	<b>66</b>
7.1	<i>Öffentlichkeitsarbeit für das Projekt.....</i>	<i>66</i>
<b>8</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>67</b>
<b>I.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>LXIX</b>
<b>II.</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>LXXI</b>
<b>III.</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>LXXII</b>
<b>IV.</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>LXXIII</b>
<b>V.</b>	<b>Anhänge .....</b>	<b>LXXVI</b>

# 1 Einleitung

Der Abschlussbericht beschreibt das Vorgehen und die Ergebnisse des vom Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen über eine Laufzeit von neun Monaten (01.04.2021 bis 31.12.2021) geförderten Projekts „Lastenradbelieferung Darmstadt – Phase 2“. LieferradDA ist ein lastenradbasiertes Belieferungskonzept zur Unterstützung des lokalen Einzelhandels in Darmstadt. Durchgeführt wurde es von der Hochschule Darmstadt und der Frankfurt University of Applied Sciences.

Der Abschlussbericht erläutert nach einem Rückblick auf die erste Projektphase (Abschnitt 1.1) die Ziele des Projekts sowie die zu beantwortenden Forschungsfragen (Abschnitt 1.2). Der Projektverlauf wird in Kapitel 2 umrissen. In Kapitel 1 werden die Forschungsfragen beantwortet. Abschließend fasst Kapitel 8 in einem Fazit die Projektergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick für weiteren Forschungsbedarf und den Fortgang des Lieferdienstes.

## 1.1 Rückblick: LieferradDA – Projektphase 1

Das Projektteam um LieferradDA baute während der Förderphase 1 im Jahr 2020 einen lastenradbasierten Lieferdienst auf. Es gelang, 42 Einzelhändler\*innen zu akquirieren. Insgesamt belieferte LieferradDA rund 900 Kund\*innen mit über 1.100 Paketen in 28 Wochen Auslieferungszeitraum. Im zweiten Lockdown transportierte LieferradDA bis zu 304 Pakete in einer Woche für den lokalen Einzelhandel (Projektwoche 26 | KW51 in 2020).

Ankerkunde Spargelhof Merlau\*

Aufbau einstufiges Belieferungskonzepts

Arbeit mit zwei Lastenrädern – Load 75 (Long John) und Radkutsche Musketier (Schwerlastenrad)\*

Es konnten wesentliche Erkenntnisse über den Betrieb eines lastenradbasierten Lieferdienstes gewonnen werden:

Die Erfassung von Bestellungen mit Hilfe eines per E-Mail versendeten Formulars ist sehr zeitaufwendig und fehleranfällig – für eine Skalierung der Bestellmengen ist es notwendig, dass die Aufträge der Händler direkt in das Tourenplanungssystem übermittelt werden. Hierfür ist eine geeignete Software zu identifizieren.

- Ab einem Sendungsaufkommen von ca. 50 Paketen pro Tag empfiehlt es sich, mehr als zwei Kuriere zur Verfügung zu haben. 50 Pakete sind nur bei hoher Stoppdichte (also geringen Distanzen zwischen den Kund\*innen) in einer Tour abwickelbar. Für die Belieferung von Vororten sind bereits bei deutlich kleinerer Sendungszahl mehr als eine Tour erforderlich.

- Das Lastenrad Load 75 von Riese und Müller ist aufgrund seiner Wendigkeit besonders gut für den Stadtverkehr geeignet und ist schneller als Schwerlastenräder, bietet jedoch ein deutlich kleineres Ladevolumen gegenüber Schwerlastenrädern. Sein Einsatz ist in erster Linie für Ergänzungstouren, Touren mit langen Anfahrten oder Touren mit kompakten Sendungen (z. B. Bücher, Medikamente) sinnvoll.
- Eine Befragung der teilnehmenden Einzelhändler\*innen ergab, dass alle Befragten an einer Weiterführung des Projekts nach Beendigung der Förderphase interessiert sind. Des Weiteren waren die Händler\*innen damit einverstanden, einen Teil oder gar sämtliche Lieferkosten zu übernehmen, solange diese sich im Bereich üblicher Liefergebühren bewegen.
- Sonderaktionen, wie die Auslieferung von iPads an Schulen in Darmstadt, halfen maßgeblich bei der Skalierung der Prozesse, da erprobt werden konnte, wie in kurzer Zeit eine große Paketmenge bewältigt werden kann. Es zeigte sich dadurch auch der vielfältige direkte Nutzen eines Lieferdienstes für die Stadt.

Es zeigte sich, dass es herausfordernd ist, selbst in einer Großstadt wie Darmstadt, einen alleine durch den Einzelhandel gestützten Lieferdienst zu etablieren. Zu Ende der ersten Förderperiode lagen die Kosten je Sendung deutlich über marktüblichen Preisen. Die Gewinnung von großen Versendern wie dem Lebensmittel Einzelhandel oder die Integration des B2B-Geschäfts wurde als Chance erkannt.

Es zeigte sich auch, dass die lokale Verankerung und die Sicherstellung emissionsfreier Lieferungen eine wichtige Rolle spielt. Eine Übernahme durch einen überregional tätigen Dienstleister könnte diesbezüglich den Projektzielen entgegenstehen.

## 1.2 Ziele und Forschungsfragen der zweiten Förderphase

Ausgehend von den Ergebnissen des Projekts LieferradDA (Phase 1) sowie Last-MileTram 3 der FRA UAS (Simulation eines großflächigen Einsatzes einer Lastenrampe) wurden Forschungsfragen für eine zweite Förderphase identifiziert. Das übergeordnete Forschungsziel ist dabei die Effizienzsteigerung des Lieferdienstes, was eine Erweiterung des Geschäftsfeldes über den Einzelhandel hinaus erfordert. Die Effizienzsteigerung soll auch dazu dienen, ein dauerhaftes, eigenständiges und nachhaltiges Betriebsmodell, welches sich auch auf andere Städte und Kommunen übertragen lässt, zu ermöglichen.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die Forschungsfragen.

*Tabelle 1: Forschungsfragen zum Betrieb des Lastenraddienstes*

Forschungsfragen	Verweis
▪ Welche Anforderungen an eine Bestellungs- und Tourenplanungssoftware bestehen und gibt es Software, die diese Bedingungen erfüllt?	▪ 3.1

Forschungsfragen	Verweis
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie lässt sich der Liefersdienst in Abhängigkeit von Struktur und Topografie der Stadt optimieren?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.3</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Unter welchen Bedingungen sind Mikro-Depots sinnvoll? Wie können Mikro-Depots möglichst nachhaltig und effizient betrieben werden (z. B. Belieferung mit Gütertram)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie korrespondieren die Anforderungen der Kund*innen an Lieferzeiten mit Arbeitszeitmodellen für Fahrende?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.4</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Fahrzeugtypen (Lastenfahrzeug, Lastenanhänger) eignen sich für LieferradDA?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie unterscheiden sich die eingesetzten vier Lastenradtypen? Nach welchen Kriterien können diese klassifiziert werden? Welche Anforderungen bestehen an die Infrastruktur und wie kann man diese klassifizieren?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.2</li> </ul>

*Tabelle 2: Forschungsfragen zur Organisationsform*

Forschungsfragen	Verweis
<ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Stakeholder müssen am Radlieferdienst beteiligt sein, um diesen dauerhaft erfolgreich zu gestalten?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Organisationsform ist für einen dauerhaften Betrieb sinnvoll und wie lässt sich durch Stakeholder und Organisationsform sicherstellen, dass die Ziele des Dienstes dauerhaft erreicht werden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.2</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wer kommt als dauerhafte Betreiberin für LieferradDA in Frage?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.3</li> </ul>

*Tabelle 3: Forschungsfragen zu Wirtschaftlichkeit, Kosten, Einnahmemodellen*

Forschungsfragen	Verweis
<ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Kundengruppen und Geschäftsfelder sind für einen Radlieferdienst über den Einzelhandel hinaus interessant (bspw. kommunale Unternehmen, B2B)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lässt sich durch den Liefersdienst auch die Kreislaufwirtschaft stärken (Piloten mit EAD)?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1.6</li> </ul>

Forschungsfragen	Verweis
▪ Wie kann eine Kooperation mit etablierten KEP-Diensten funktionieren?	▪ 6.1.7
▪ Unter welchen Bedingungen ist ein Radlieferdienst für welche Kundengruppen attraktiv (Preis, Lieferzeiten etc.)?	▪ 6.1
▪ Welche Einnahmemodelle sind für unterschiedliche Branchen/Produkte zu empfehlen? (z.B. Händler trägt Kosten, Kostenteilung zwischen Händler und Endkunden, Abo-Tarif für Kunden, kostenfrei ab Mindestbestellwert)	▪ 6.3
▪ Wie kann ein Belieferungsnetz in einer Stadt unter Berücksichtigung der Anzahl der Sendungen, des Lieferservicegrads sowie der Zahlungsbereitschaft nachhaltig aufgebaut und betrieben werden?	▪ 3.3
▪ Wie hoch dürfen die Kosten des Systems, deren Faktoren in Phase 1 ermittelt wurden, sein? Wer trägt sie und welche Preismodelle sind zu empfehlen?	▪ 6.4

*Tabelle 4: Forschungsfragen zu Kommunikation, Marketing und Integration*

Forschungsfragen	Verweis
▪ Mit welchen Maßnahmen kann die Bekanntheit des Radlieferdienstes und somit die Anzahl der Sendungen gesteigert werden? Welche Stakeholder sind dafür wichtig?	▪ 7.1



## 2 Projektverlauf

Nach einer Überbrückungsperiode, in der mit Eigenmitteln der Lieferdienst aufrechterhalten wurde, startete zum April 2021 die zweite Förderphase des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (kurz HMWEVW). Die Einstellung eines Mitarbeiters zur Koordination, Weiterentwicklung und Auswertung des Projektes erfolgte zum Juni 2021. Bereits im Mai 2021 erhielt das Projekt positive Signale durch die Stadt Darmstadt – der Oberbürgermeister Jochen Partsch übernahm die offizielle Schirmherrschaft über LieferradDA. Besondere Ereignisse im Juli bzw. August waren die Entgegennahme der Schwerlastenräder von ONOMOTION und RYTLE. Mit diesen Rädern können seitdem bis zu Die Schwerlastenräder konnten in Kooperation mit dem Eigenbetrieb für kommunale Aufgaben und Dienstleistungen (EAD) untergebracht werden – auch Einsatzmöglichkeiten ergaben sich in Kooperation mit dem EAD. So wurde im Oktober die Mitnahme von Altglas per Lastenrad erprobt. Diese Versuche konnten auch im Rahmen einer Masterarbeit begleitet werden. In Kooperation mit einer durch den EAD betriebenen Großküche wurde im Oktober sowie Dezember die Auslieferung von Essen an verschiedene Einrichtungen erprobt. Während der Projektlaufzeit arbeitete das Team um LieferradDA auch an einer Ausgründung des Lastenraddienstes. Gespräche mit verschiedenen Akteuren konnten durchgeführt und Eindrücke gesammelt werden. Um eine Fortführung des Lastenraddienstes im Sinne des Gründungsgedankens sicherstellen zu können, wurde eine Ausgründung in eine geeignete Organisationsform in die Wege geleitet.

Der Lastenraddienst wurde über die zweite Projektphase nach dem gleichen Prinzip einer möglichst weitgehenden Same-Day-Belieferung privater Kund\*innen im Auftrag lokaler Einzelhändler\*innen fortgeführt. Nach einem sehr guten Start im ersten Quartal gingen die Bestellmengen im April 2021 deutlich zurück, konnten zum Jahresende aber wieder stark gesteigert werden, so dass im Jahresverlauf fast 3000 Pakete ausgeliefert werden konnten. Im Vergleich zum Vorjahr bewegte sich die monatliche Nachfrage auf einem etwas höheren Niveau.

Die Besetzung des Projektteams, insbesondere der studentischen Fahrer, veränderte sich über die Laufzeit. Der operative Betrieb konnte auch bei Wechsel von Kurieren und Tourenplanung aufrecht erhalten werden. Zur auftragsintensiven Weihnachtszeit (Dezember 2021) beschäftigte LieferradDA neben einem wissenschaftlichen Mitarbeiter sowie einer Person für die Tourenplanung und den Kundenkontakt vier Kuriere (ggü. zwei in der vorherigen Zeit), um das Tagesgeschäft sowie Sonderaufträge bearbeiten zu können. Die Betreuung von Social Media Kanälen wurde wegen der verhaltenen Resonanz und dem großen Aufwand eingestellt, was sich in der Nachfrage nicht negativ niederschlug.

### 3 Erfahrungen im Betrieb des Lastenraddienstes

Wie auch in der ersten Projektphase bestand die Haupttätigkeit in der Belieferung von Kund\*innen des Einzelhandels. Ergänzend wurden neue Geschäftsfelder prototypisch integriert. Diese sind

- Lieferungen für Apotheken als Einzelhandel mit besonderen Anforderungen,
- die Auslieferung von Zeitschriften,
- der Transport von Wertstoffen sowie
- die Belieferung von Einrichtungen mit warmer Verpflegung.

Vorabgespräche ohne praktische Umsetzung wurden mit potentiellen Auftraggebern aus dem Bereich B2B (Bürowarenhandel, firmeninterner Werkverkehr, städtische Botendienste) geführt.

Zur Planung der Auslieferungen wurde in der zweiten Projektphase eine weitere **Software** (Abschnitt 3.1) eingesetzt (TrackPOD), um die Erfassung von Bestellungen zu optimieren und die übrigen Prozesse mit der bisherigen Software Tiramizoo zu vergleichen. Die Tourenplanungssoftware Tiramizoo konnte innerhalb der ersten Projektphase bereits umfassend in der täglichen Anwendung getestet werden. Weitere Softwareprodukte wurden einem Bewertungsschema unterworfen, um weitere Alternativen aufzuzeigen.

Welche Rolle die **Struktur der Stadt** (Lage von Ortsteilen, Entfernungen, Topografie) und das Sendungsaufkommen hat, wurde durch statistische Auswertungen und darauf aufbauende Analysen untersucht (3.3). In diesem Kontext wird auch auf den Bedarf von Mikro-Depots eingegangen.

Deutliche Konsequenzen für Personalbedarf und Kosten hat die Frage nach **Bestellzeiten und Lieferzeiten** (3.4). Je kürzer die Zeit zwischen Bestellung und Lieferung sein soll, desto schwieriger ist – gerade bei geringem Sendungsaufkommen – die Konsoliederung. LieferradDA ist als Liefersdienst konzipiert, jedoch gibt es vermehrt auch Wünsche nach einer Dienstleistung, die eher als Kurierdienst zu bezeichnen ist (same-hour-delivery).

Mit den Fördermitteln der ersten Phase konnte ein dreirädriges Schwerlastenfahrzeug Typ Musketier von Radkutsche beschafft werden. Ein weiteres, zweirädriges Lastenrad Typ Load 75 wurde von Riese & Müller für die gesamte Projektdauer kostenfrei zur Verfügung gestellt. Um auch größere Volumen transportieren zu können und **Erfahrungen mit Schwerlastenrädern** (4) mit Wechselbox zu sammeln wurden von den Herstellern RYTLE und ONOMOTION deren Schwerlastenräder beschafft und umfangreich getestet.

#### 3.1 Sendungsaufkommen in der zweiten Projektphase

In der zweiten Projektphase konnte das Sendungsaufkommen auf ähnlichem Niveau gehalten werden, wie in der ersten Projektphase (Abbildung 1).

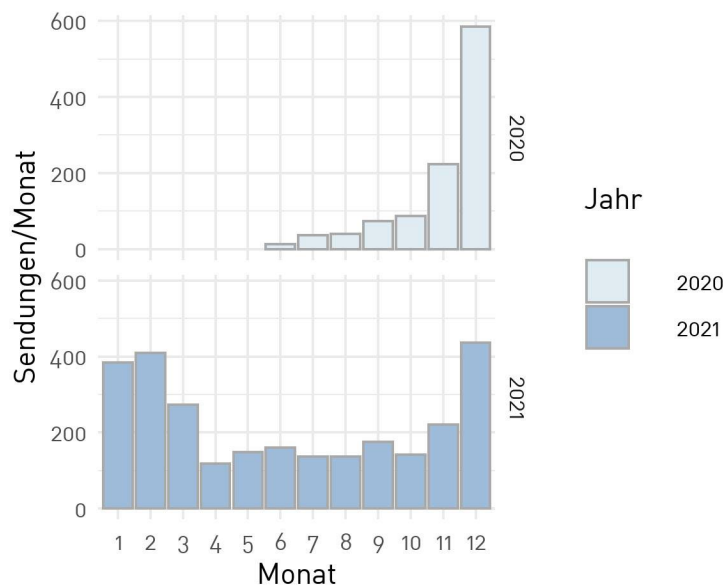


Abbildung 1 Ausgelieferte Sendungen pro Monat 2020 und 2021

Der deutliche Abfall im April dürfte vor allem zwei Gründe haben: im April wurden die Kontaktbeschränkungen wegen der Corona-Pandemie gelockert, und ein wichtiger Kunde konnte vorübergehend auf einen eigenen Kurier zurückgreifen. Ein weiterer Kunde lieferte nur während der Lock-Down-Phasen über LieferradDA aus. Es gab aber auch Geschäfte, die ein wachsendes Sendungsaufkommen über LieferradDA ausliefern ließen. Insbesondere das Weihnachtsgeschäft war auch 2021 wieder stark ausgeprägt. Wie auch während der ersten Projektphase gehörten Buchhandlungen und Weinhandlungen zu den besten Kunden. Insgesamt lieferten 2021 über 20 Geschäfte mit LieferradDA aus. Hinzu kamen in der zweiten Projektphase zahlreiche weitere Kunden, die nicht zum Einzelhandel gehören, insbesondere der Eigenbetrieb für kommunale Aufgaben und Dienstleistungen Darmstadt (EAD), weitere städtische Ämter und Eigenbetriebe, einzelne Restaurants/Cafés, Schulen und Hochschulen.

Während die meisten Versender in der Innenstadt ansässig sind, verteilen sich die Empfänger:innen der Sendungen über das ganze Stadtgebiet (Abbildung 2).

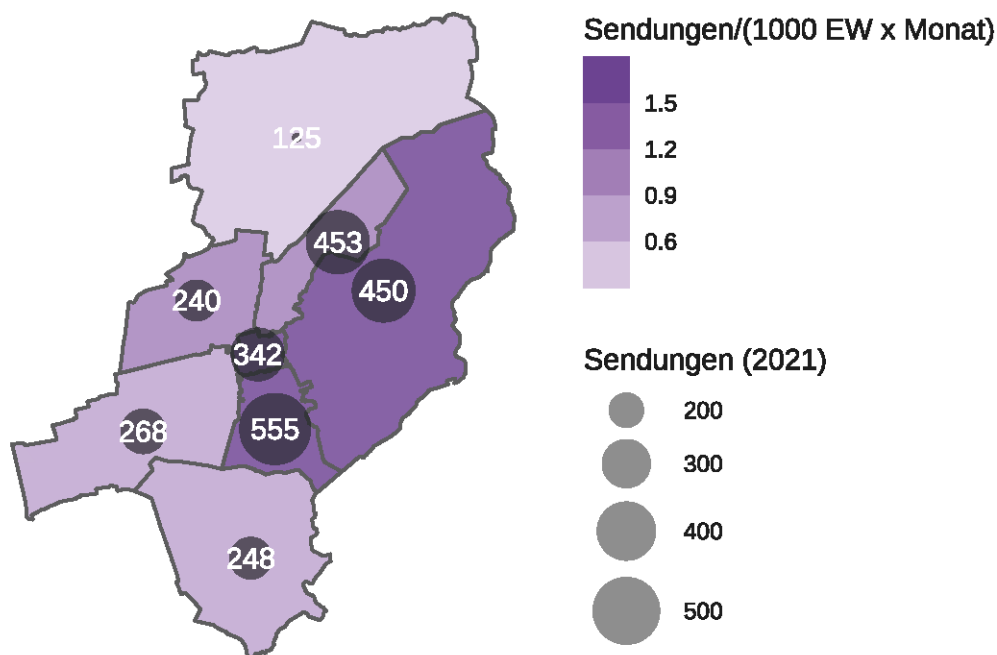


Abbildung 2 Verteilung der Zieladressen der Sendungen nach PLZ

Am wenigsten Sendungen gehen in den Norden Darmstadts (Arheilgen, Wixhausen). Besonders hoch ist das Aufkommen in Bessungen und den östlichen Stadtbezirken.

Die gewöhnlichen Auslieferungen konnten in der Regel durch eine Tour am selben Tag gewährleistet werden. Für Sonderlieferungen (z. B. EAD) und an Tagen mit besonders hoher Nachfrage wurden auch mehrere Touren gefahren. Insgesamt wurden 2021 über 260 Touren gefahren und über 2700 Sendungen ausgeliefert. Es wurde eine durchschnittliche Stoppdichte (einschließlich Stopps für die Abholung) von etwa fünf Stopps/Stunde erreicht. Je Tour wurden 2021 im Mittel 16 Pakete bzw. fünf Pakete pro Stunde ausgeliefert. Eine durchschnittliche Tour war etwa 26 km lang (einschließlich Anfahrt vom Stellplatz der Lastenräder).

### 3.2 Bestellungs- und Tourenplanungssoftware

Im Rahmen eines Lieferdienstes spielen miteinander in Wechselwirkung stehende Prozesse, die durch Software stark vereinfacht werden können, eine Rolle:

Bestellung von Lieferungen (Nutzung durch Kund:innen von LieferradDA/Einzelhandel)

Planung von optimierten Touren zur Auslieferung (interne Nutzung)

Routing der Auslieferungstouren (als Unterstützung der Kuriere)

Abrechnung von Lieferungen (bislang nicht relevant)

Anhand der Erfahrungen aus der Projektarbeit lassen sich verschiedene Anforderungen an eine Bestellungen- und Tourenplanungssoftware ableiten.

Grundsätzliche Anforderungen sind

niedrige fixe und laufende Kosten,

Einhaltung der Anforderungen an den Datenschutz,

Zuverlässigkeit und

Support bei Fragen und Problemen mit der Software.

Darüber hinaus gibt es spezielle Anforderungen bezüglich der drei oben genannten Aufgaben, die in nachfolgenden Abschnitten ausführlich beschrieben werden.

Anhand der Kriterien wurden über 30 Produkte gesichtet und 15, die in die engere Wahl fielen, bewertet. Tiramizoo von Tiramizoo GmbH und TrackPOD von Geros Technologies, Ltd. wurden im Betrieb getestet.

Auf dem Markt verfügbare Software ist derzeit meist auf einen der drei Bereiche spezialisiert und kann deshalb nicht immer alle Bereiche gleichermaßen gut bedienen. Schon alleine aus Kostengründen, aber auch um unnötige Schnittstellen zu vermeiden ist es jedoch wünschenswert, nur eine Software einzusetzen. Auch gibt es bislang keine ausgereifte Software, die auf den Einsatz mit Lastenfahrrädern spezialisiert ist. Einige Anbieter befinden sich diesbezüglich jedoch in der Entwicklung (z. B. Strazoon).

Bezüglich Marktreife, Spezialisierung und Kosten ist der Markt derzeit breit aufgestellt und sehr dynamisch. Etablierte Lösungen aus der Logistik haben den größten Funktionsumfang und professionellen Support, sind für ein kleines Start-Up jedoch erheblich zu teuer. Lizenzen kosten hier leicht deutlich über 10.000 € (z. B. AIS alfaplan, COSware). Daneben gibt es zahlreiche Apps, die sich noch in der Entwicklungsphase befinden, bei denen leichter Kundenwünsche integriert werden können, die deutlich billiger sind, die jedoch auch noch nicht immer ausgereift sind. Hier liegen Preise bei unter 100 € pro Monat und sind nach Anzahl der Fahrzeuge, der Benutzer oder der Auftragsmenge gestaffelt. Einige Anbieter wie Tiramizoo erheben zusätzlich Gebühren je Auftrag, sind aber dafür monatlich günstiger. Welche Software günstiger ist, hängt also stark vom Einsatzszenario ab (Sendungsaufkommen, Anzahl Kuriere etc.) und kann sich bei wachsendem Umsatz ändern.

Die meisten Produkte laufen auf von den Anbietern ausgewählten Servern, womit auch die Kundendaten auf externen Servern gespeichert werden. Nicht immer ist nachvollziehbar, wo diese Server betrieben werden.

Im alltäglichen Betrieb spielt weiterhin die Zuverlässigkeit des Dienstes eine wichtige Rolle, da Programmfehler oder vollständige Ausfälle einen direkten Einfluss auf den Geschäftsbetrieb haben. Die Zuverlässigkeit lässt sich bislang nur durch Erfahrung beurteilen oder durch vertragliche Vereinbarungen absichern, wobei es

bei LieferradDA zu keinen schwerwiegenden Ausfällen kam. Bedingt kann ein Ausfall durch Sicherung der Kundendaten auf eigenen Servern aufgefangen werden, was jedoch mit zusätzlichem Aufwand verbunden ist.

### 3.2.1 Anforderungen an Bestellung und Abrechnung

- Übersicht und Bedienfreundlichkeit für externe Kund:innen (Web-Eingabemaske oder Schnittstelle zu existierenden Lagerhaltungssystemen)
- Flexibilität (z. B. Datenimport über Textdateien, manuelle Anpassung)
- Schnittstelle zur Tourenplanung
- Unterstützung von Customer Relationship Management (CRM)
- Corporate Design möglich
- Plausibilitätscheck der Eingaben (z. B. Adressvalidierung)
- Ergänzende Informationen zur Bestellung (z. B. Paketgröße möglichst standardisiert bezüglich Volumen und Gewicht, Ablageort und –zeit, besonderes Handling)
- Speicherung von wiederkehrenden Aufträgen

Eine gute Übersicht und Bedienfreundlichkeit der Anwendung trägt nicht nur zu einem reibungslosen Betrieb bei, sondern hilft auch Personalkosten einzusparen. In LieferradDA wurden die Aufträge in der ersten Projektphase über ein Excel-Formular übermittelt, was eine manuelle Kontrolle erforderte und das zunächst einzeln in die Tourenplanungssoftware eingelesen werden musste. In der zweiten Projektphase wurde deshalb für Stammkunden auf ein Web-Formular umgestellt, was ein Grund für den Wechsel der Software war. Um Kund:innen eine Alternative zum Web-Formular anbieten zu können (oder auch als Rückfallebene bei technischen Problemen), ist es wichtig, Aufträge auch über Textdateien einlesen zu können.

Um bei nicht wunschgemäß ausgeführten oder ausführbaren Aufträgen Probleme nachvollziehen zu können, ist Transparenz und Dokumentation aller Prozessschritte wichtig.

Eine große Herausforderung zeigte sich in der Eingabe fehlerhafter oder außerhalb des Liefergebiets liegender Adressen. Derartige Fehler sollten direkt bei der Eingabe erkannt und der Nutzer oder die Nutzerin zur Korrektur aufgefordert werden. Hierfür ist eine Adresserkennung erforderlich.

Um Touren optimal planen zu können, sind neben Adressen und möglichen Lieferzeit- oder Abholzeitfenstern auch genaue Informationen zu den Sendungen wichtig. Sowohl das Gewicht als auch das Volumen spielen für die Beladung der Räder eine Rolle. Da nicht alle Auftraggeber:innen die genauen Maße ihrer Sendungen kennen (und auch nicht ausmessen möchten), ist hier ein Kompromiss zwischen einer begrenzten Zahl standardisierter Sendungsgrößen und einer möglichst optimalen Auslastung der Räder nötig. Welche und wie viele Standardgrößen für einen Lieferdienst sinnvoll sind, hängt von der Sendungsstruktur ab. Im Fall von LieferradDA fallen die meisten Sendungen in zwei Kategorien: kleine Sendungen (S, etwa 40 %), wie Bücher oder Medikamente und mittelgroße Sendungen (L) wie Weinkisten (etwa 50 %). Es gibt jedoch auch immer wieder spezielle Sendungen,

die keine Standardmaße haben und deshalb individuell betrachtet werden müssen (z. B. Eimer).

Zur Skalierung des Lieferdienstes sollte eine Software weiterhin über automatisierte Schnittstellen, so genannte API's<sup>1</sup>, zu Programmen auf Kundenseite verfügen. So können Aufträge automatisch übertragen werden, ohne dass eine manuelle Übermittlung notwendig ist. Gerade bei der Zusammenarbeit mit vielen unterschiedlichen Geschäften, darunter auch kleine inhabergeführte Geschäfte, stellt dies jedoch eine Herausforderung dar. Da während der zweiten Projektphase noch Softwareoptionen getestet werden sollten, wurde auf eine weitergehende Integration verzichtet, da sonst eine Festlegung erforderlich gewesen wäre. Eine weitere Option zur vereinfachten Auftragsübermittlung ist die Nutzung von Kundenportalen. Über vereinbarte Zugangsdaten können Kunden hier Aufträge direkt in eine Maske eintragen, was später eine zügige Verarbeitung durch die Tourenplanung ermöglicht (z. B. TrackPOD).

### 3.2.2 Anforderungen an die Tourenplanung

- Schnittstelle mit Bestellvorgang
- Einsatzplanung von Kurieren
- Tourenoptimierung für (Schwer-)Lastenräder unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen
- Flexibilität (Anpassbarkeit, Ergänzung von Aufträgen während einer Tour)
- Kommunikationsmöglichkeit mit Kurieren
- Liefernachweise (Proof of Delivery)
- Benachrichtigungen und Live Tracking für Versender und Empfänger
- Datenanalyse (Sendungsanzahl, Auslieferungserfolg, Entfernungen, Stoppdichte, Auslieferungsschwerpunkte etc.)
- Rechnungsstellung je Kunde

Sowohl bezüglich des Routings als auch bezüglich der Tourenplanung haben Lastenräder Eigenschaften, die von Pkw oder Lkw deutlich abweichen. Dazu gehört neben der begrenzteren Zuladung (Masse und Volumen) auch die Geschwindigkeit. Als Fahrräder dürfen sie die Radinfrastruktur nutzen, was gerade bei größeren Lastenrädern jedoch nicht überall möglich ist. Hier sind die individuellen Maße der eingesetzten Räder zu berücksichtigen, was die wenigsten Apps bereits können, selbst wenn gute Daten zur Radinfrastruktur, z. B. aus OpenStreetMap, verfügbar sind.

Während der Auslieferungstouren der Kuriere kam es häufig vor, dass Unklarheiten telefonisch geklärt werden mussten. Gründe sind hier beispielsweise ungenaue oder fehlerhafte Adressangaben, fehlende Sendungen bei den Geschäften ohne kompetente Ansprechperson oder auch technische Zwischenfälle.

---

<sup>1</sup> API (engl.) für Application Programming Interface

Zur späteren Nachverfolgbarkeit der Aktivitäten und zur Belegausstellung spielt auch die Erstellung von Liefernachweisen (Proof of Delivery) eine wichtige Rolle. Zur internen Performance Analyse sind zudem Funktionen zur statistischen Aufbereitung der Kennwerte der Auslieferungstouren wichtig. Relevante Kennwerte sind unter anderem die Stoppdichte (Stopps pro Stunde) und der Anteil (auch pünktlich) ausgelieferter Sendungen pro Tour. Um Kunden über die Aktivitäten der Kuriere informiert zu halten, wird die Versendung von Benachrichtigungen, beispielsweise über den Aufbruch des Fahrers von seinem Startpunkt, als nützliche Funktion angesehen. Services dieser Art werden auch von großen Paketdienstleistern angeboten (DHL Paket GmbH 2021).

Zuletzt spielt auch der zu dem Softwareprodukt gehörende Support eine wichtige Rolle. Insbesondere in der Einführungsphase kommt es in der Regel immer wieder zu Problemen, zu dessen Lösung ein Support per Sprach- oder Videochat, E-Mail oder auch FAQ<sup>2</sup> notwendig ist. Bei ausländischen Produkten sollte Support zumindest auf englisch möglich sein.

### 3.2.3 Routing und Auslieferung

- Plattformunabhängigkeit (Android, iOS)
- Stromverbrauch
- Benutzungsfreundlichkeit (Navigation, Auslieferungsbestätigung)
- Routenoptimierung für (Schwer-)Lastenräder unter Berücksichtigung ihrer individuellen Anforderungen
- Darstellung der Informationen zu Sendungen (Sender und Empfänger, Zeitfenster, weitere Hinweise)

Die grundsätzliche Anforderung ist zunächst, dass Kuriere die App auf Smartphones der gängigen Hersteller installieren können (Android, iOS). Sie sollte möglichst energieeffizient sein, damit auch bei längeren Touren die Batteriekapazität des Smartphones ausreicht.

Auch für die Routing/Auslieferungs-App gilt als Basisanforderung hohe Verfügbarkeit, da Tourendaten nur über die App übertragen werden. Eine übersichtliche Anwendungsoberfläche und einfache Bedienbarkeit sorgt auch hier für eine Vermeidung von Fehlern und spart Arbeitszeit ein. Als Qualitätssicherung ist es wichtig, dass Kuriere eine Übersicht über die gesamte Tour erhalten und ggf. die Tour anpassen können. Auch spontan während einer Tour kann es vorkommen, dass Anpassungen erforderlich sind, weil beispielsweise ein Geschäft zeitweise geschlossen ist.

Zu jedem Auftrag müssen Empfänger:in, versendendes Geschäft sowie spezielle Hinweise zu den jeweiligen Lokalitäten in der App einsehbar sein, um Rückfragen während der eigentlichen Auslieferung zu vermeiden.

---

<sup>2</sup> FAQ (engl.) für Frequently Asked Questions



Auch die Routing/Auslieferungs-App muss eine lastenradgerechte Navigation ermöglichen. Da einerseits die Radinfrastruktur genutzt werden darf, was eine große Stärke der Lastenradbelieferung aus betriebswirtschaftlicher Sicht ausmacht, andererseits jedoch Radinfrastruktur häufig nicht auf die Breite von Schwerlastenrädern ( $\geq 1,6m$  mit Bewegungsraum, vgl. 4) ausgelegt ist, muss ein optimales Routing diese Besonderheiten berücksichtigen. Da die Tourenoptimierung nur so gut sein kann wie die zugrunde liegenden Daten, kann eine Software, die zugleich in der Lage ist, Kartendaten (z. B. OpenStreetMap) zu ergänzen, dazu beitragen, das Lastenradrouting zu verbessern. LieferradDA ist aktuell in Gesprächen mit Strazoon, um diese Aufgabe in einem Projekt zu untersuchen.

Im Folgenden werden die genutzten Anwendungen zur Bestellungen- und Tourenplanung vorgestellt und anhand der zuvor aufgeführten Kriterien bewertet..

### 3.2.4 Erfahrungen mit „Tiramizoo“ von TIRAMIZOO GmbH (München, Deutschland)

Tiramizoo war die bisherige Standardanwendung im Rahmen der ersten Projektphase und wurde auch in der zweiten Projektphase noch regelmäßig genutzt. Die folgende Abbildung 3 gibt einen Eindruck von der Programmoberfläche:

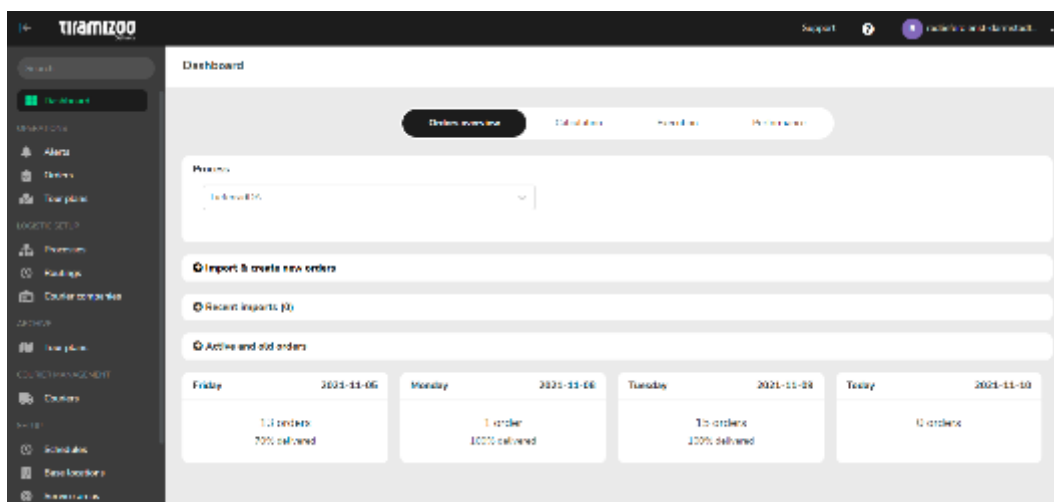


Abbildung 3: Programmoberfläche von Tiramizoo

Tiramizoo zeichnete sich in der Praxis besonders durch Zuverlässigkeit sowie einer breiten Anzahl nützlicher Features aus. Die Routing/Auslieferungs-App ist zudem intuitiv und schnell bedienbar. Sie bietet einen Export der gesamten Route in eine mobile Navigationssoftware an, was den Kurieren eine gute Übersicht ermöglicht sowie vermeidet, dass die Navigation für jedes Ziel neu gestartet werden muss. Kurzhinweise zu Sendungen können mit Tiramizoo ebenfalls verarbeitet und für Kuriere sichtbar gemacht werden.

Die Übersichtlichkeit des Planungstools ist jedoch noch ausbaufähig. So bietet der Startbildschirm keine intuitive Übersicht auf die geplante Tour, eine Kartenansicht

lässt sich erst in einem Sub Menü erzeugen. Die erforderliche Anmeldung auf zwei separaten Webseiten wurde als aufwendig empfunden. Dabei dient eine Plattform der Tourenplanung, während die andere für die Eingabe von Aufträgen gedacht ist. Vorteilhaft an dieser Aufteilung ist, dass das Portal zur Eingabe von Aufträgen auch für Kunden freigegeben werden kann. Problematisch ist wiederum, dass dieses Portal nur über einen einzelnen Account erreichbar ist und somit jeder Nutzer die Einsicht über die Aufträge aller hat. Weiterhin kann nur ein einzelnes Lieferzeitfenster für die Auftragsumsetzung angegeben werden – für einen reibungslosen Ablauf muss jedoch ein Abhol- und Auslieferungszeitfenster vereinbart werden. Tiramizoo verfügt über eine API zum Datenaustausch.

### 3.2.5 Erfahrungen mit „TrackPOD“ von Geros Technologijos Ltd (Vilnius, Litauen)

Als Alternative zu Tiramizoo wurde die Software TrackPOD erprobt und wird seit Dezember 2022 standardmäßig eingesetzt. Sie bietet ebenfalls ein webbasiertes Planungstool und eine zugehörige Routing/Auslieferungs-App. Die Oberfläche von TrackPOD ist in Abbildung 4 dargestellt.

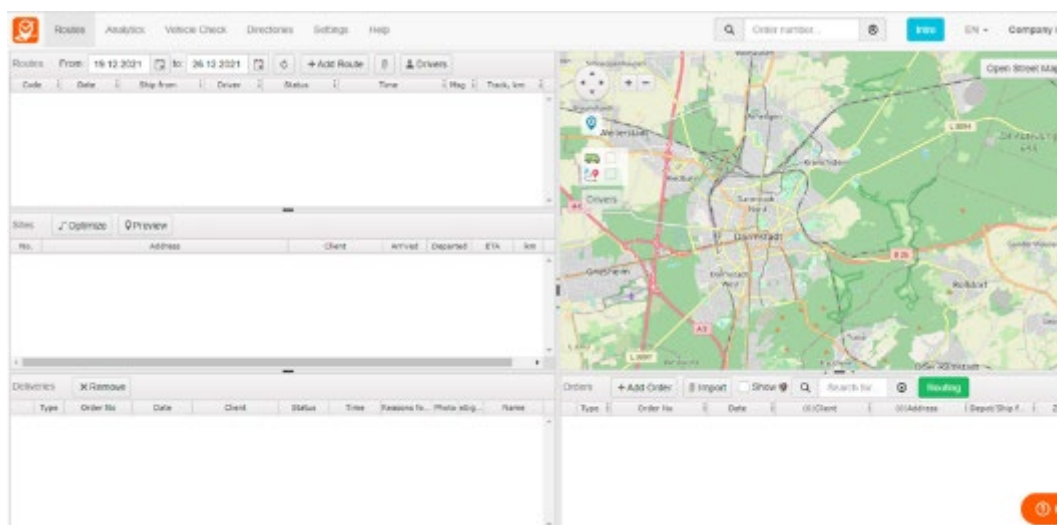


Abbildung 4: Programmoberfläche von TrackPOD

TrackPOD bietet in der erprobten Variante „Advanced“ wie Tiramizoo ein breites Spektrum an Funktionen und Individualisierungsmöglichkeiten. Hervorzuheben sind spezielle Kunden-Logins zur Direktübermittlung von Aufträgen (mit individuellen Zugangsdaten) und ein in die Routing/Auslieferungs-App integrierter Fahrzeugcheck. Weiterhin wird ebenso eine Routenplanung mit Anpassungsmöglichkeiten, wie priorisierten Zustellungen und dynamischen Abfahrtszeiten geboten. Auch TrackPOD bietet die Möglichkeit von automatisierten Datenübertragungen mittels API.

Als in der Praxis der Fahrradkuriere problembehaftet erwies sich die Routing/Auslieferungs-App von TrackPOD. Auch hier ist eine Schnittstelle zu einer mobilen

Navigationssoftware vorgesehen, die Navigation muss jedoch für jeden Auftrag neu gestartet werden. Dies wurde in der Praxis als zeitaufwendig empfunden. Der Bestätigungsprozess bei der Annahme und Auslieferung von Sendungen wurde im Vergleich zu Tiramizoo ebenfalls als umständlicher wahrgenommen.

Im Rahmen der Nutzung von TrackPOD wurden gegenüber Tiramizoo zwei zusätzliche Bausteine eingeführt: eine Checkliste zur Fahrzeugprüfung und ein individuelles Kundenportal zur Auftragsübermittlung. Die in die Kurier-App integrierte Checkliste zur Fahrzeugprüfung (z. B. Überprüfung von Beleuchtung, Luftdruck, Bremsen, Ladestand und Speicherspannung) stellte ein nützliches Tool dar, da sie ein unkompliziertes, regelmäßiges Monitoring der Beschaffenheit der Lastenräder ermöglicht und damit die Betriebssicherheit insgesamt steigert. Die Checkliste kann über die Hauptoberfläche von TrackPOD individuell angepasst werden.

Die Kundenportale wurden probeweise für vier Einzelhändler\*innen eingerichtet. Nach dem Versand einer Einladung konnten sie sich einen individuell gesicherten Zugang einrichten und über diesen auf direkten Weg Abhol- und Auslieferungsaufträge übermitteln. Der jeweilige Status der aufgegebenen Aufträge (z. B. für Tour geplant, zugestellt oder nicht zugestellt) kann direkt eingesehen werden. Die folgende Abbildung 5 zeigt die Oberfläche des Kundenportals:

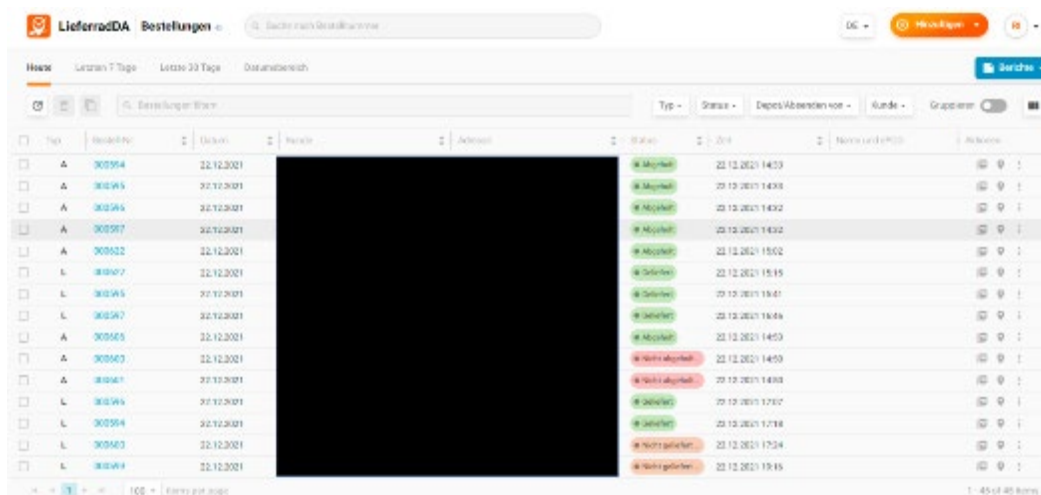


Abbildung 5: Kundenportal TrackPOD

Das Potenzial des Einsatzes von Kundenportalen liegt in dem reduzierten Arbeitsaufwand für die Tourenplanung. Die Aufträge müssen nicht aus einem externen Formular in die Planungssoftware eingetragen werden, sondern sind bereits als zu verplanender Auftragspool vorhanden. Zwei der vier eingeladenen Einzelhändler\*innen konnten die Kundenportale zur Auftragsübermittlung ohne Schulung direkt einsetzen. Die Übermittlung der Aufträge und die Berücksichtigung in der jeweiligen Auslieferungstour funktionierten dabei gut. Aus kommunikativer Sicht problematisch war jedoch die unmittelbare Weitergabe des Status der Aufträge an die Kunden (Einzelhändler\*innen). Für den Fall, dass ein Paket nicht am gleichen

Tag zugestellt werden konnte, wurde dieses als „nicht zugestellt“ mit einem Sonderhinweis auf eine Überschreitung der Arbeitszeit deklariert. Diese Pakete wurden für den folgenden Tag neu eingeplant, was für den Einzelhandel nicht immer eindeutig erkennbar war. Anhand dieser Situation zeigten sich die Vor- und Nachteile der direkten Informationsübertragung – für den Fall eines Einklangs von übermittelter Information und praktischer Umsetzung sorgt sie für eine hohe Transparenz und kann zusätzliches Vertrauen schaffen. Kommt es aufgrund von Fehlbedienungen (beispielsweise der Routing/Auslieferungs-App) oder aufgrund von anderweitigen technischen Problemen zu falschen Informationsübermittlungen, kann sie jedoch auch für Verwirrung und Misstrauen sorgen. Bereits in der vergangenen Projektphase wurde jedoch festgestellt, dass die direkte Auftragsübermittlung von Kunden zu LieferradDA notwendig ist, um eine effiziente Steigerung des Auftragsvolumens zu erreichen. Dementsprechend wird dieses Feature als notwendig angesehen.

### **3.2.6 Weitere bewertete Software**

Eine Übersicht über Software, die aufgrund der Produktbeschreibungen bewertet wurde, findet sich im Anhang. Mit einigen Anbietern wurden darüber hinaus Gespräche geführt.

#### **„Onfleet“ von Onfleet, Inc. (San Francisco, USA)**

Die Software „Onfleet“ wurde anhand des beschriebenen Funktionsumfangs (Onfleet, Inc. 2021) für geeignet befunden. In einem Termin mit Vertriebsmitarbeitern per Zoom wurden die Anforderungen von LieferradDA besprochen. Ein Termin zur Einführung in die Software wurde von Onfleet leider ohne Ankündigung nicht wahrgenommen. Eine Reaktion auf den versäumten Termin fand nicht statt. Da „Onfleet“ in der erforderlichen Variante mit einem monatlichen Preis von 449 \$ (Onfleet, Inc. 2021) vergleichsweise kostenintensiv ist, wurde eine weitere Erprobung nicht verfolgt.

#### **„STRAZOOM GRID-OS“ von Seven Principles Mobility GmbH (Köln, Deutschland) in Verbindung mit Plattform „getpacked“ von getpacked GmbH (Groß-Umstadt, Deutschland)**

Im direkten Austausch mit den Anbietern wurde die Erprobung von Tourenplansoftware der Seven Principles Mobility GmbH in Verbindung mit der Plattform „getpacked“ diskutiert. Die Kombination der Leistungen der beiden Anbieter zusammen mit den logistischen Umsetzungsmöglichkeiten von LieferradDA erschien dabei viel Potenzial zu haben: Die Seven Principles Mobility GmbH bietet logistische Planungs- und Abwicklungstools an (Seven Principles Mobility GmbH 2021), welche wiederum Aufträge über die Shopping Plattform „getpacked“ verarbeiten können. „getpacked“ ist eine Plattform, die es insbesondere regionalen Händlern und Geschäften auf einfache Art und Weise ermöglicht ihr Sortiment online anzubieten. Durch „getpacked“ könnten Einzelhändler in Darmstadt ihr Angebot flächendeckend digital zugänglich machen und zudem eine leichtere Auftragsübergabe an

einen Radlieferdienst ermöglichen (getpacked GmbH 2021). Der Austausch fand erst gegen Projektende statt (12.10.2021), so dass die Software nicht mehr erprobt werden konnte.

Es fanden weitere Gespräche mit Softwareanbietern statt, unter anderem:

- Fast Lean Smart (FLS) (Deutlich zu teuer/ Lieferdienst zu klein)
- M-Tribes (Zu teuer/ Lieferdienst zu klein)
- incs Intelligent Corporate Solutions (Software bietet nur Lösungsbaustein Tourenplanung – kein vollständiges Tool)
- ITK Engineering (Software zur multikriteriellen Routenoptimierung, derzeit noch nicht zum Test verfügbar)

### **3.2.7 Empfehlungen**

Sowohl Tiramizoo als auch TrackPOD haben sich im Einsatz bewährt. Beide erfüllen den notwendigen Funktionsumfang, sind im Rahmen von LieferradDA von den Kosten vergleichbar.

An erster Stelle bei der Auswahl der Software muss die Kundenschnittstelle stehen. Hier hat sich die Auftragsverwaltung von TrackPOD bewährt, die einfach in der Bedienung ist und ein direktes Feedback bei Auslieferung ermöglicht.

Noch unzureichend bei allen untersuchten Apps auch zur Navigation ist das Routing für Schwerlastenräder. Hier erscheint eine Kooperation mit dem noch in der Entwicklung befindlichen Strazoon vielversprechend. Da der Markt stark im Kommen ist und zahlreiche Start-ups, auch unterstützt durch Forschungsprojekte, diese Nische für sich entdeckt haben, ist hier in den nächsten Jahren allerdings mit deutlicher Dynamik zu rechnen.

Etablierte Logistiksoftware ist für kleine Lieferdienste nicht finanzierbar und lohnt sich nur bei Ausweitung auf mehrere Städte mit entsprechend hohem Sendungsaufkommen (>50.000 Sendungen pro Jahr).

### **3.3 Optimierung des Lieferdienstes in Abhängigkeit von Liefergebiet und Sendungsmenge**

Für einen wirtschaftlichen Betrieb des Lieferdienstes ist es erforderlich, möglichst viele Sendungen in möglichst kurzer Zeit ausliefern zu können (hohe Stoppdichte). Die Versender und Empfänger von Sendungen sollten also auf möglichst engem Raum gebündelt sein. Für LieferradDA sollte das gesamte Stadtgebiet beliefert werden, da der Dienst sonst für den Einzelhandel unattraktiv wäre. Damit stellt sich die Herausforderung, dass auch entfernt liegende Stadtteile (Eberstadt im Süden, Arheilgen und Wixhausen im Norden) beliefert werden müssen. Auf den Anfahrtswegen zu diesen Stadtteilen müssen Gewerbegebiete oder dünn besiedelte Viertel durchquert werden, was hohe Kosten verursacht, da die Stoppdichte sinkt.

Eine wirtschaftliche Belieferung kann auf vier Arten realisiert werden:

Hohes Sendungsaufkommen, so dass die Mehrkosten für Anfahrten ohne Stopps auf viele Kunden umgelegt werden können und dadurch akzeptabel sind.

Konsolidierung aller Sendungen nach Bezirken und Lieferung an ein Mikro-Depot (z. B. mit Elektrofahrzeug), von dem aus die Belieferung mit Lastenrad erfolgen kann.

Zeitliche Bündelung von Sendungen in die Vororte (z. B. Lieferung nur an zwei Tagen pro Woche), wodurch die Touren in die Vororte besser ausgelastet sind.

Ein Großkunde beauftragt eine Tour in die Vororte und übernimmt die Kosten für die Anfahrt. Sendungen können dann als Beifracht transportiert werden

Durch die Projektförderung konnten alle Bezirke täglich beliefert werden, was auch nachgefragt wurde. Die Touren wurden dadurch jedoch weniger effizient. In Hinblick auf die weitere Entwicklung des Dienstes wurden alle Optionen geprüft. Da sie sich nicht gegenseitig ausschließen, werden sie auch nach Projektende weiter verfolgt.

Die ersten beiden Optionen setzen eine bestimmte Sendungsmenge voraus. Im Fall von Darmstadt könnten bei jährlich etwa 30.000 Sendungen die Mehrkosten für die Anfahrten zu den nördlichen und südlichen Stadtteilen auf unter 20 ct/Sendung gedrückt werden, wenn sie auf alle Sendungen aufgeschlagen werden, was eine wirtschaftlich darstellbare Größenordnung wäre.

Mikro-Depots würden sich erst bei noch deutlich höherem Sendungsaufkommen rentieren, wenn die Aufteilung auf die verschiedenen Bezirke ähnlich bleibt. Purucker (2020) ermittelte überschlägig, dass sich ein Mikro-Depot ab etwa 26.000 Sendungen pro Jahr (Auslieferung Mo-Fr) lohnt, wenn sich die Ziele gemäß der Bevölkerung über Darmstadt verteilen. Bei der aktuellen Verteilung (vgl. Abbildung 2) müssten die Sendungsmengen höher liegen, da die Vororte unterrepräsentiert sind.

Die dritte Möglichkeit wurde nicht umgesetzt, weil LieferradDA auch damit wirbt, eine Same-Day-Delivery zu ermöglichen. Für den Einzelhandel hätte es die Attraktivität gesenkt, wenn je nach Liefergebiet dieses Versprechen nicht eingehalten werden kann. Diese Option würde auch die Prozesse komplizierter werden lassen. Die finanziellen Vorteile erscheinen vor diesem Hintergrund nicht ausreichend. Denkbar wäre ein solches Modell allerdings bei Ausweitung des Liefergebiets (z. B. nach Griesheim und Weiterstadt), so dass Neukunden akquiriert werden könnten und der Service erweitert, nicht reduziert würde.

Für die letzte Möglichkeit hat sich bislang kein Kunde gefunden.

### **3.4 Wünsche und Erwartungen des Einzelhandels**

Im Rahmen der zweiten Projektphase wurden Geschäfte, die bereits LieferradDA genutzt hatten mit der Bitte um ein Interview kontaktiert. Fünfzehn Geschäfte konnten zu aktuellen Herausforderungen für ihr Geschäft, aber auch ihre Nutzung von

und ihren Erwartungen an LieferradDA befragt werden. Die wichtigsten Erkenntnisse aus diesen Interviews werden im Folgenden zusammengefasst.

### **Vertriebskanäle**

Je nach Produkt sind die Geschäfte sehr unterschiedlich aufgestellt. Die meisten bespielen Social Media Kanäle, einige haben einen eigenen Online-Shop. Einige Geschäfte legen jedoch großen Wert auf persönliche Beratung und sehen nicht, wie sie im Online-Geschäft einen Mehrwert gegenüber überörtlich agierenden Konkurrenten bieten könnten. Da Endkund:innen, die vor Ort Ware bestellen und bezahlen, die Produkte häufig auch mitnehmen, lohnt sich für sie eine Lieferung nur bei nicht vorrätigen Produkten oder wenn der Transport der Waren mühsam ist. Viele Geschäfte ermöglichen eine telefonische Bestellung auf Rechnung, manche sogar per E-Mail oder Messenger-Dienst. Gerade der Buchhandel wickelt Online-Bestellungen normalerweise über einen Großhändler ab, der dann auch die Belieferung organisiert. Um mit LieferradDA liefern zu können, weisen manche Buchhändler Endkund:innen extra auf diese Möglichkeit hin und organisieren die Bestellung dann unabhängig vom Großhandel.

### **Herausforderungen und Chancen für den Einzelhandel**

Die meisten Geschäfte sehen den Einzelhandel bedroht. Die Innenstadt leide unter Ketten, die das Einkaufserlebnis beeinträchtigen und schnell wechseln können, Kaufhäuser werden als Auslaufmodell genannt. Die Dominanz des Online-Handels wird als unausweichlich angesehen, der preisbewussten Kund:innen mehr bieten kann (größeres Angebot zu geringeren Preisen), als der lokale Einzelhandel.

Chancen werden durch Dienstleistungen wie persönliche Beratung und individuelle Produkte gesehen (Alleinstellungsmerkmal). Anbieter von besonderen Produkten, die einer Erklärung bedürfen (z. B. Musikinstrumente oder besondere Spirituosen), sehen weiterhin einen Markt für Geschäfte vor Ort.

Möglicherweise entstehe auch wieder vermehrt das Bedürfnis nach persönlichem Kontakt. Auch wird die Entwicklung der Innenstadt und der „Kieze“ differenziert gesehen. Wenn sich Menschen mit ihrem Umfeld wieder stärker identifizierten, könnten die Quartiere im Gegensatz zur Innenstadt profitieren. Da sich nicht alle befragten Geschäfte in der Innenstadt befinden (und damit auch nicht Mitglied im City-Marketing e. V. sind und von diesem vertreten werden), unterscheiden sich auch die Sichtweisen nach Lage (Quartier oder Innenstadt).

Einige Händler sehen auch, dass das Geschäft vor Ort als Showroom dient, in dem direkt Ware bestellt werden kann, die dann geliefert wird. Dadurch können Lagerbestände reduziert, die Logistik optimiert und dennoch Kund:innen vor Ort bedient werden.

Eine große Bedeutung wird in der Vernetzung des Einzelhandels (gemeinsame Lobbyarbeit, ggf. gemeinsames Bestellwesen), aber auch des Einzelhandels mit der Gastronomie gesehen. Es gibt auch den Wunsch nach der gemeinsamen Erarbeitung einer Strategie für die Belebung der Innenstädte.

Viele Geschäfte erproben unterschiedliche Angebote, tasten sich auch in den Online-Bereich vor (Multi-Channel), sehen aber auch, dass sich ihr Auftritt und ihr Angebot von großen Online-Händlern abheben muss (z. B. durch „Inspiration“ im Web-Auftritt, statt einer nur sachlichen Produktdarstellung).

Kontrovers gesehen wird auch die Verkehrsberuhigung der Innenstädte. Während einige die Gefahr sehen, dass zahlungskräftige Kundschaft abwandert, sehen einige die Chance für eine Belebung der Städte. Das betrifft sowohl Parkplätze in Geschäftsnähe als auch autofreie Innenstädte generell.

### **Einschätzungen zu LieferradDA**

LieferradDA wird von allen Befragten sehr positiv beschrieben. Alle sehen es als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung. Die aktive Unterstützung ist dagegen unterschiedlich. Viele wünschten sich, dass es mehr genutzt würde und sehen noch mehr Bedarf für Bewerbung des Dienstes. Als Hauptgrund, warum LieferradDA nicht häufiger genutzt wurde, wird mangelnde Nachfrage von privater Seite genannt. Mehrfach wurde die Freundlichkeit und Motivation des LieferradDA Personals positiv hervorgehoben. Die sehr positive Darstellung des Dienstes weist auch darauf hin, dass der Dienst nicht rein kommerziell betrachtet wird, sondern als lokales Angebot, das über eine reine Dienstleistung hinaus geht. Gerade der Buchhandel zeigt sich hier als treibender Akteur.

### **Wünsche an LieferradDA und Ideen zur Weiterentwicklung**

Der Wechsel von einem Forschungsprojekt in einen professionellen Liefersdienst wird als Chance gesehen. Mehrere Händler wünschen sich eine stärkere **Professionalisierung**, aber möglichst inhabergeführt mit lokalem Bezug. Beispielsweise wäre wichtig, wie mit Sendungen, die nicht persönlich übergeben werden können, umgegangen wird, so dass es nicht zu Missverständnissen kommt und das Vertrauen in den Dienst wächst. Auch eine Zustellbestätigung wird gewünscht. Die meisten gaben positives Feedback zum Bestellformular, wobei von einigen ein Web-Formular oder sogar die Anbindung an das Warenbestellsystem als wünschenswerte Weiterentwicklung genannt wird. Dieser Wunsch wurde im Projekt bereits umgesetzt.

Mehrere Einzelhändler würden sich mehr **Flexibilität** bezüglich der Bestellfrist wünschen. Bisher werden Sendungen nur am selben Tag geliefert, wenn sie bis 12 Uhr bestellt werden. Auch werden vorgegebene Lieferzeitfenster gewünscht. Auch wenn LieferradDA hier bisher versucht hat, Lieferzeitwünsche zu ermöglichen, fehlte die Verbindlichkeit und damit auch die Verlässlichkeit. Bei Auslieferungen an Unternehmen muss die Lieferung relativ früh erfolgen (teilweise bis 16 Uhr), für private Kund:innen wäre es angenehmer, ein kürzeres Zeitfenster (als „nachmittags“) genannt zu bekommen. Auch hier wurden im Projekt bereits erweiterte Bestellzeiten und Lieferzeitfenstern erprobt. Bei dem derzeitigen Bestellaufkommen führt dies jedoch zu weiter sinkender Wirtschaftlichkeit, da Touren schlechter optimiert werden können.



Manche Geschäfte wünschen sich eine möglichst spontane Lieferung noch am gleichen Tag, was dem Gedanken der Tourenbündelung (Liefersdienst vs. Kurierdienst) widerspräche. Mit zunehmendem Sendungsaufkommen und stärkerer Automatisierung der Prozesse sowie mit einer Tourenplanungssoftware, die eine Anpassung von Touren nach Tourbeginn ermöglicht, wäre dies grundsätzlich denkbar, würde aber auch zu höheren Kosten führen.

Mehr Flexibilität wäre bei hohem Bestellaufkommen (mehr als etwa 100 Sendungen pro Tag, so dass mehrere Touren ausgelastet wären), denkbar. Bestellungen nach einer bestimmten Uhrzeit und kurze Lieferzeitfenster als Premiumprodukt könnten auch gegen Aufpreis angeboten werden, um die Mehrkosten zu decken. Je höher das Bestellaufkommen, desto geringer müsste der Aufpreis sein.

Bezüglich der **Kosten** gehen die Meinungen auseinander, wobei zum Zeitpunkt der Befragung noch unklar war, wie teuer die Lieferungen bei einem kommerziellen Betrieb werden. Manche Geschäfte sehen die Kosten als mögliches Hemmnis, andere sind optimistisch, dass auch gegen Bezahlung Nachfrage existiert. Hier wünschen sich viele frühzeitige Transparenz.

Es ist aber auch klar, dass die Kosten für viele marktüblich sein müssten. Im Buchhandel wird die Zahlungsbereitschaft bei 1-2 € gesehen. Hier wird über einen Mindestbestellwert nachgedacht. Standardsendungen dürften nicht mehr als 5 € kosten. Für größere Sendungen wie Wein oder Kaffee werden etwa 6,50 € als realistisch angesehen (ab 10 kg 8,50 €). Bei vielen besteht hier noch große Unsicherheit, was realistisch ist. Während für einige der Liefersdienst als essentiell angesehen wird und deshalb Kosten vom Einzelhandel getragen würden, würden andere keine Mehrkosten in Kauf nehmen, sondern die Kosten an die Kunden weitergeben, so dass deren Zahlungsbereitschaft entscheidend wäre. Auch Mischkalkulationen sind für einige denkbar. Da die Bestellwerte sehr unterschiedlich sein können (von preiswerten Büchern bis zu teuren Spirituosen), ist auch die Zahlungsbereitschaft sehr unterschiedlich.

Einige Geschäfte, bei denen Personal und Infrastruktur hierfür bereits vorhanden ist, würden bei zu hohen Kosten selber ausliefern. Ein Händler nannte eine Bezahlung unabhängig von LieferradDA (so dass die Kuriere nicht für Zahlungen verantwortlich sind) z. B. auf Rechnung (und damit Vertrauensbasis) als Herausforderung. Auch hier zeigt sich auf die Diversität der Geschäfte, da bei einigen online (gegen Bezahlung) bestellt werden kann, bei anderen jedoch nicht.

Wichtig ist die **Zuverlässigkeit**, dass alle Sendungen ausgeliefert werden können, also eine verlässliche Tourenplanung. Dies muss auch über Zeiten mit hoher Nachfrage funktionieren (z. B. Weihnachten).

Ein Geschäft wünscht sich, dass der Dienst noch „sexier“ wird (Marketing), ein anderes stärker standardisierte Sendungsgrößen im Bestellformular.







## 4 Eignung von unterschiedlichen Lastenfahrrädern

Im Projekt konnten Erfahrungen mit unterschiedlichen Lastenrädern und Lastenradtypen gesammelt werden. Da sowohl die transportierten Güter, die Sendungsmengen als auch die Touren eine große Bandbreite abdecken, liegen umfangreiche Erfahrungen vor. Der Austausch von vorkommissionierten Wechselboxen konnte leider nicht getestet werden, da hierfür die Sendungsmengen zu gering waren und ein Mikro-Depot nicht sinnvoll war.

### 4.1 Stärken und Schwächen unterschiedlicher Lastenradtypen

Die wichtigsten Bauformen von Lastenrädern sind in Tabelle 7 in kurzer Form dargestellt und werden bezüglich ihrer grundsätzlichen Eignung für einen Lieferdienst im Anschluss beschrieben.

Tabelle 5 Wichtigste Lastenradtypen im Wirtschaftsverkehr (Gruber 2021, 13)

Typ	Beschreibung	max. Zuladung
 Lieferbike	Das zweirädrige Lieferbike verfügt vorne und hinten über kleine Ladeflächen.	50-80 kg
 Long John	Das zweirädrige, einspurige „Long John“ hat zwischen Lenker und Vorderrad eine mittelgroße Ladefläche, die offen, als Kiste/Box oder mit Plane bedeckt sein kann.	80-100 kg
 Long Tail	Das „Longtail“ ist ebenfalls zweirädrig und ähnelt dem Long John. Seine Ladefläche befindet sich aber zwischen Sattel und Hinterrad, sie ist meist offen ausgeführt. Die mögliche Zuladung ist ähnlich dem Long John	80-100 kg
 Trike	Das dreirädrige „Trike“ ist mit einer tiefen Ladebox ausgestattet, welche auf der Vorderachse platziert ist. Es kann mit etwa 80 bis 120 kg beladen werden.	80-120 kg
 Schwerlastenrad	Beim drei- oder vierrädrigen Schwerlastenrad befindet sich eine große Ladebox oder ein Container auf der Hinterachse. Sie kann auch wechselbar ausgeführt sein und mit ca. 125 bis 200 kg beladen werden.	125 -200 kg
 Anhänger	Der zwei- oder dreirädrige Anhänger ist mit vielen Fahrrädern und zweirädrigen Lastenrädern kompatibel. Er kann mit einem Elektroantrieb ausgestattet sein und mit ca. 150 kg beladen werden.	150 kg

#### **4.1.1 Lieferbike**

Das Lieferbike eignet sich nur für geringe Sendungsmengen oder sehr kleine Sendungen (z. B. Bücher, Medikamente). Durch den höheren Schwerpunkt und das geringe Transportvolumen ist der Transport von großen oder schweren Gütern ungünstig bzw. nicht möglich. Der Vorteil besteht in der geringen Größe, der Wendigkeit und den hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten, die erreicht werden können. Für einen Lieferdienst ist es wegen der geringen Zuladung nur bedingt oder für speziell abgestimmte Touren geeignet.

#### **4.1.2 Long John**

Das Long John kam im Rahmen der Betriebsphase von LieferradDA in Form des Modells „Load 75“ von Riese und Müller zum Einsatz. Die schmale Bauweise, das wendige Fahrverhalten und die im Vergleich zum Lieferbike hohe Zuladung von etwa 100 kg sowie das Ladevolumen von etwa 200 l<sup>3</sup> sind Eigenschaften, die das „Long John“ für viele Anwendung geeignet machen. Die Platzierung der Ladefläche vorne sorgt für einen guten Überblick und Wendigkeit bei einem Fahrrad ähnlichen, angenehmen Fahrverhalten. Besonders eignet sich das Long John für die Auslieferung einer großen Anzahl von kleinen Paketen, wie Medikamente, Bücher oder Drogerieartikel. Aber auch für die Lieferung von wenigen, großen Paketen, wie einzelne Weinkisten oder einer größeren Menge von Medikamenten, eignet sich das Long John. Für schlechtes Wetter ist eine Abdeckung der Ladefläche (Deckel oder Plane, die u.U. das Ladevolumen einschränken können) erforderlich. Besonders die schnelle Einsatzbereitschaft dieses Fahrradtyps und sein wendiges Fahrverhalten ermöglichen zügige Transporte - sowohl durch enge Innenstädte als auch zu anliegenden Stadtteilen. Es können die meisten Radwege genutzt werden. Gleichzeitig verfügt das Long John, hier vertreten durch das Load 75 von R&M, über Reichweiten von bis zu 100km<sup>4</sup>, wodurch lange Einsätze ohne Akkuwechsel möglich sind.

#### **4.1.3 Longtail**

Das Longtail ist bezüglich der Eignung für das Belieferungskonzept von LieferradDA voraussichtlich vergleichbar mit dem Long John.

#### **4.1.4 Trike**

Das Trike eignet sich für einen Radlieferdienst wie LieferradDA voraussichtlich nur bedingt. Diese Fahrräder sind insbesondere ohne Neigetechnik durch ihr Kurven-

---

<sup>3</sup> Wert berechnet durch Vermessung des Ladekorbs der genutzten Variante des Load 75.

<sup>4</sup> Je nach Beladung, Erfahrungswert aus der Praxis.

verhalten nicht für höhere Geschwindigkeiten geeignet. Die größere Breite verhindert das Befahren von Engstellen. Gerade auf längeren Strecken wirkt sich die gemächliche Fahrweise negativ aus (Gruber 2021, 13).

#### 4.1.5 Schwerlastenräder

Bei größeren Sendungsmengen, schweren Gütern (z. B. Getränkeboxen) und sperrigen Gütern, reichen die Zuladung und das Ladevolumen der oben genannten Fahrradtypen nicht mehr aus. Für den wirtschaftlichen Betrieb eines Lieferdienstes, der Touren möglichst optimal auslasten muss, sind deshalb Schwerlastenräder erforderlich. Mit Ladevolumen von bis zu 2 m<sup>3</sup> und Zuladungen von 200 kg sind Schwerlastenräder sogar eine Alternative zu Kraftfahrzeugen (einschließlich leichten Nutzfahrzeugen). Versionen mit Wechselbox eignen sich auch gut für den Einsatz mit Mikrodepots, da die Beladung unabhängig vom Fahrrad erfolgen kann.

Allerdings bringen diese auch Nachteile mit sich. Aufgrund der hohen und breiten Bauweise können Engstellen nicht befahren werden (beispielsweise Umlaufgitter, eng stehende Poller, enge Kreuzungen mit vielen Einbauten). Fahrradwege sind aufgrund ihrer Enge und ihres Zustandes oft nicht oder nur mit Schritttempo befahrbar. Viele derzeit verfügbare Schwerlastenräder verfügen nicht standardmäßig über eine Federung. Gerade bei schlechtem Straßenzustand erfordert das eine vorsichtigeren und damit langsamere Fahrweise und geht mit einem Beschädigungsrisiko für empfindliche Waren einher, wenn die Ware nicht in der Transportbox gefedert gelagert wird. Die Größe des Schwerlastenrads führt dazu, dass bei der Auslieferung großzügige Halteplätze benötigt werden. Auch dies kann zu Zeitverlusten gegenüber der Nutzung von kompakten Lastenrädern führen, da letztere i. d. R. direkt vor der Eingangstür abgestellt werden können. Die geringe Reichweite einiger Modelle (etwa 40 - 60 km für RYTLE und ONO<sup>5</sup>) erfordert die Mitnahme von Ersatzakkus bei üblichen Tourenlängen. Zudem lassen sich Schwerlastenräder ohne elektrische Unterstützung kaum (z. B. Rytley Movr) oder gar nicht (ONO) bewegen.

Derzeit sind Schwerlastenräder auch noch sehr teuer (mehr als 20T€) und die Wartung ist eine Herausforderung, da noch nicht viele Fahrradwerkstätten auf diese Fahrräder eingestellt sind. In Schwerlastenfahrrädern (gerade robusten und damit empfehlenswerten) sind häufig Motorradkomponenten verbaut, die besondere Anforderungen an die Werkstatt stellen. Manche Hersteller bieten deshalb einen Vor-Ort-Service an. Auch hier sind im Vorfeld Konditionen (auch Kosten) zu prüfen, da der Ausfall von Fahrrädern für längere Zeit für einen Lieferdienst zu Risiken und Mehrkosten führt (vgl. unsere Erfahrungen in Abschnitt 4.2).

Der Markt für Schwerlastenräder entwickelt sich sehr dynamisch mit zahlreichen Anbietern, die Fahrräder für unterschiedliche Anwendungszwecke entwickeln und

---

<sup>5</sup> Praxiserfahrung

jeweils besondere Stärken und Schwächen haben. Im Einzelfall bietet sich deshalb an, Angebote für den Test von Lastenrädern (z. B. „Flottes Gewerbe“ von cargobike.jetzt) zu nutzen.

## 4.2 Eigene Erfahrungen mit Lastenrädern

### 4.2.1 RYTLE MovR (mit Exchange BOX)

Beim RYTLE MovR handelt es sich um ein dreirädriges Schwerlastenrad mit auswechselbarem Container. Es verfügt über einen Aluminiumrahmen und bietet durch eine zum Containermodul verlängerte Windschutzscheibe einen Schutz gegen Niederschlag. Der Einstieg erfolgt ausschließlich von rechts. Zur Nutzung des Lasterades besteht keine Führerschein-, Versicherungs-, oder Helmpflicht. (RYTLE GmbH 2021) Die folgenden Abbildungen auf Seite 25 vermitteln einen Eindruck über die Gestalt des Schwerlastenrades.



Abbildung 6: RYTLE MovR mit Container im Design von LieferradDA (Foto: Marc Lovric)



Abbildung 7: RYTLE MovR mit Container im Design von LieferradDA (Foto: Sebastian Bruns)

Die Tabelle 8 beinhaltet die wichtigsten technischen Kennwerte des RYTLE MovR.

Tabelle 6: Technische Kennwerte – RYTLE MovR

Kennwert	Ausprägung (RYTLE GmbH 2021)
Zulässiges Gesamtgewicht	500 kg
Leergewicht	203 kg (134 kg Lastenfahrrad + 69 kg Container)
Max. Zuladung	180 kg Container + 20 kg Frontkorb + 97 kg Fahrer
Maße (LxBxH)	2,70 m x 1,25 m x 2 m
Container Innenmaß (LxBxH) und Volumen	1 m x 0,76 m x 1,71 m; 1,30 m <sup>3</sup> (RYTLE GmbH 2021)
Antrieb (Nominale Gesamtleistung, max. Drehmoment, max. Geschwindigkeit)	2x HEINZMANN Radnabennmotor (250 W (2x 125 W), 113 Nm, 20/25 km/h <sup>6</sup> )
Batterie (Nennspannung, Nennkapazität)	2x AES eBike Akku Classic LiFePo4 (+ 2x Akku zum

<sup>6</sup> Standardmäßig vom Hersteller auf Unterstützung bis 20 km/h gedrosselt, jedoch auf 25 km/h umstellbar.

	Wechseln im Batteriefach) (36 V, 4 x 19 Ah/668,8 Wh <sup>7</sup> )
Reichweite	25-50 km mit vier Akkus (Herstellerangabe)
Ladegerät (Ladeleistung)	Ladegerät AES (83 W <sup>8</sup> )
Bremsen	3x Scheibenbremsen MAGURA BIG, 1x mechanische SHIMANO V-Brake-Feststellbremse
Reifen	20" x 2.15 SCHWALBE Big Ben Plus (VR), 16" x 2.25 CONTINENTAL ContiGo! TT Moped (HR)

### Konstruktion

Der RYTLE MovR ist sehr solide und robust gebaut. Der Fahrer ist durch eine Scheibe vor Wettereinflüssen geschützt. Leider beschlug diese bei hoher Luftfeuchtigkeit und Kälte, ein Scheibenwischer ist nicht vorgesehen. Die Bedienelemente für den Fahrer sind unkompliziert gestaltet, sodass neben einer Einweisung keine besonderen Vorkenntnisse zum Betrieb notwendig sind. Die Auswahl einer Fahrstufe (Stärke der Unterstützung) kann per Taster vorgenommen werden, ebenso wie das Ein- und Ausschalten der Beleuchtung. Die Feststellbremse kann durch einen kleinen Hebel am Lenker bedient werden. Zum Rangieren in Schrittgeschwindigkeit und zum Anfahren wird ein Drehgriff eingesetzt. Für das elektrische Anfahren ist ein paralleles Betätigen und Entspannen der Vorderradbremse notwendig. Dies verhindert ein versehentliches Losfahren. Zur Rückwärtsfahrt wird parallel zum Drehgriff ein separater Knopf betätigt. Eine in der Praxis teilweise problematische Lösung ist der Schalter zur Aktivierung des Blinkers – dieser ist sehr klein ausgeführt und kann schnell fehlbedient werden. Ein weiteres Problem wird durch den kompakten Bordcomputer verursacht – dieser zeigt einen deutlich abweichenden Ladestand der Akkus an, wodurch diese regelmäßig manuell auf ihren tatsächlichen Ladestand geprüft werden mussten. Eine Gangschaltung ist nicht installiert. Abbildung 8 zeigt die Bedienelemente des MovR.

---

<sup>7</sup> Von Akku abgelesen

<sup>8</sup> Von Ladegerät abgelesen



Abbildung 8: Bedienelemente RYTLE MovR (Foto: Jendrik Seibert)

Die Seitenspiegel sind leicht einstellbar, fallen jedoch etwas klein aus. Der Container ermöglicht mit 1.330 l Ladevolumen sowie 180 kg Zuladung vielfältige Anwendungsmöglichkeiten (Abbildung 9, Belieferung von Einrichtungen mit warmer Verpflegung).



Abbildung 9: Belieferung von KiTa mit warmer Verpflegung per RYTLE MovR (Foto: Fabian Rippert)

Der Container ist wie das Lastenrad aus Metall und solide verarbeitet, durch ein RFID Schloss gesichert und kann per Rollen auch ohne das Lastenrad bewegt werden. Als nützliches Feature wurde der klappbare Zwischenboden aus Metall empfunden. Der Container ist an einem Rahmen aufgehängt und mit Bügeln gesichert. Er wird mit Kurbel hochgezogen und abgelassen, was sich als zuverlässige Lösung erwiesen hat. Der MovR verfügt über eine zusätzliche Stützvorrichtung für



den Container in Form von kleinen Kufen. Diese Vorrichtung kann leicht über einen Fußhebel bedient werden, löst sich bei der Fahrt jedoch schnell wieder. Dadurch hat der Container ein größeres Bewegungsspiel – lautes Poltern tritt bei schlechtem Untergrund häufig auf. Der Container war jedoch zu jeder Zeit fest und sicher mit dem Lastenfahrrad verbunden. Nützlich ist das verschließbare Staufach in der Front – hier können wichtige Utensilien untergebracht werden. Die ebenfalls verschließbaren Fächer zur Positionierung der insgesamt vier Akkus an den Seiten des MovR stellen einen geschützten und aufgeräumten Aufbewahrungsort dar. Die Transportbox wird standardmäßig ohne Befestigungsmöglichkeiten z. B. für Spanngurte ausgeliefert.

### **Fahreindruck und Praxiseinsatz**

Eine Stärke des MovR ist sein starker Anzug beim Beschleunigen aus dem Stand. Dadurch kann auch bei hoher Beladung das Anfahren innerhalb von Steigungen gut bewältigt werden. Für unerfahrene Benutzer kann die starke Beschleunigung jedoch auch überraschend sein. Das Fahrgefühl bei 20 km/h ist leider durch den fehlenden Pedalwiderstand getrübt. Ein langsames Pedalieren reicht jedoch aus um die Geschwindigkeit per elektrischer Unterstützung zu halten.

Die Höchstgeschwindigkeit ist herstellerseitig standardmäßig auf 20 km/h gedrosselt, worauf nicht explizit hingewiesen wird. Diese Begrenzung kann durch eine Softwareanpassung auf 25 km/h erhöht werden. Bei 20 km/h ist der MovR deutlich langsamer als Pkw auch bei Tempo 30. Insgesamt verlangt die Fahrt mit dem MovR nur einen geringen Krafteinsatz – der Großteil des Vortriebs wird durch die Elektromotoren bereitgestellt. Dies führt allerdings auch zu hohem Stromverbrauch. Die Reichweite des MovR auch mit Ersatzakkus ist mit etwa 50 km bei günstigen Bedingungen für einen Lieferdienst grenzwertig. Darüber hinaus ist die Ladestandsanzeige ungenau.

Die verbauten Scheibenbremsen haben eine ausreichend Wirkung - bei hoher Beladung müssen die Bremshebel jedoch kräftig betätigt werden. Die Feststellbremse hat nur eine eingeschränkte Wirkung – an Steigungen müssen zusätzliche Bremsklötze verwendet werden, welche an dem MovR per vorangefertigter Aufnahme mitgeführt werden können. Es besteht weiterhin das Risiko mit angezogener Feststellbremse zu fahren. Die Lenkung des MovR verhält sich etwas schwergängig.

Im Rytle MovR ist vorne ein Fahrrad-Vorderrad verbaut, was wenig robust ist (s. u.) und in Spurrillen, beispielsweise von Straßenbahnen, einsinken kann. Die für ein Schwerlastenrad typischen Abmaße des MovR machen das Befahren von Radwegen und Engstellen in der Innenstadt oft anspruchsvoll oder unmöglich. Ergonomisch punktet der MovR mit einem komfortablen Sattel, trotzdem ist das Fahrgefühl aufgrund einer fehlenden Federung sehr hart. Der MovR verfügte in der genutzten Variante leider nicht über ein verbautes Schloss, daher wurde ein separates Schloss angeschafft.

## Reparatur- und Servicebedarf

Im Rahmen der Projektlaufzeit wurden zwei Serviceeinsätze für den RYTLE MovR fällig. Zunächst fielen nach etwa zwei Monaten Einsatzzeit deutlich hörbare Knarz Geräusche während der Fahrt auf. Bei einer Prüfung wurde eine leichte Axialbewegung des Rades (hinten links) erkennbar. Auch gab es starke Motorengeräusche bei niedrigem Ladestand der Akkus. Der vorhandene Schaden an der Hinterachse wurde durch RYTLE kostenfrei behoben. Problematisch erwies sich das Vorderrad, an dem sich regelmäßig und bereits nach kurzer Zeit die Speichen lockern. Auch ein Austausch des Vorderrades brachte keine Abhilfe. Einmal führte dies zum Ausfall des Fahrrads während des Einsatzes (Abbildung 10). Da das Lastenfahrrad nur schwer abgeschleppt werden kann und durch die offene Kabine beim Abstellen im öffentlichen Straßenraum Vandalismus- und Diebstahlgefahr besteht, ist dies für einen wirtschaftlich betriebenen Lieferdienst problematisch. Zudem kam der Service teilweise erst nach mehrmaliger Nachfrage, was zum Ausfall des Fahrrads für mehr als eine Woche führte. Immerhin wurden Schäden immer kostenfrei behoben.



Abbildung 10: Schaden Vorderrad RYTLE MovR

### 4.2.2 ONO

Die „ONO“ von ONOMOTION ist ein ebenfalls dreirädriges Schwerlastenrad mit austauschbarem Containermodul. Trotz der Pkw ähnlichen Maße von 3,40 m x 1,16 m x 2,05 m (LxBxH) ist die ONO als Fahrrad zugelassen und kann daher ohne einen Führerschein bewegt werden. Auch sie verfügt über eine nur zur rechten Seite hin geöffnete Kabine, welche durch eine Überdachung vor Regen schützt. Die ONO hat einen Scheibenwischer und eine USB Ladestelle.

Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen die ONO im Design von LieferradDA.



Abbildung 11: ONO im Design von LieferradDA 1 (Foto: Ewald Breit)

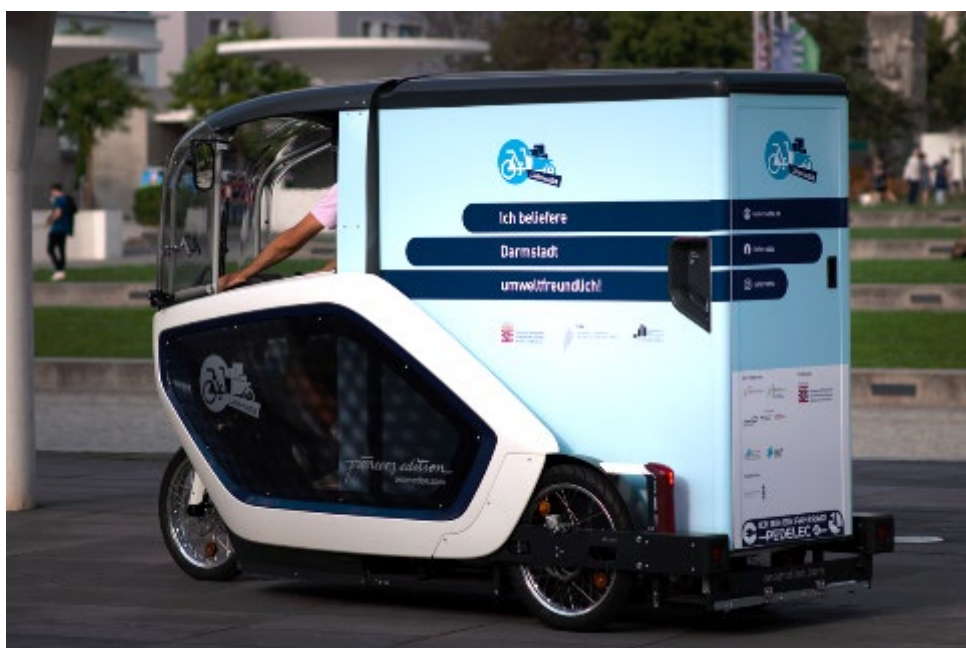


Abbildung 12: ONO im Design von LieferradDA 2 (Foto: Ewald Breit)

Tabelle 9 beinhaltet die wichtigsten technischen Kennwerte der ONO.

Tabelle 7: Technische Kennwerte – ONO E-Cargobike

Kennwert	Ausprägung (ONOMOTION GmbH 2020)
Zulässiges Gesamtgewicht	600 kg
Leergewicht	235 kg (ONOMOTION GmbH 2021)
Zuladung	200 kg (ONOMOTION GmbH 2021)
Maße (LxBxH)	3,40 m x 1,16 m x 2,05 m

Container Innenmaß (LxBxH) und Volumen	1,66 m x 0,72 m x 1,68 m; 2 m <sup>3</sup>
Antrieb (Nominale Gesamtleistung, max. Drehmoment, max. Geschwindigkeit)	2 Radnabenmotoren 250 W (2x125 W), 113 Nm, 25 km/h
Batterie (Nennspannung, Nennkapazität)	Akkus von GreenPack mobile energy solutions (48 V, 1.400 Wh) (ANSMANN AG kein Datum)
Reichweite	Bis zu 60 km (bei Nutzung von zwei Akkus)
Ladegerät (Ladeleistung)	Ladegerät IEB <sup>9</sup> (384 W <sup>10</sup> )

## Konstruktion

Die ONO verfügt über einen Rahmenaufbau aus Metall, die Verkleidungselemente sind in Kunststoff ausgeführt. Die linke Seite fällt durch eine große, transparente Designfläche auf (Abbildung 11). Die Kabine ist nach oben und (im Gegensatz zum Rytle MovR) unten vollständig geschlossen. Zu den Seiten befinden sich ein offenes Sichtfenster (links), bzw. der vollständig offen gestaltete Einstieg (rechts). Nach vorne blickt der Fahrer auf eine gewölbte Kunststoffscheibe, welche durch einen Scheibenwischer von Wasser und Schmutz befreit werden kann. Der Fahrer sitzt auf einem eher sportlich als komfortabel ausgelegten Sattel und hat innerhalb der Kabine diverse Aufbewahrungsmöglichkeiten – einen per Zahlenschloss verschließbaren Safe, ein Haken zum Einklinken von Taschen und ein Aufbewahrungsnetz vor dem Lenker. Auch ein USB Anschluss zum Aufladen von mobilen Geräten ist vorgesehen, diese können in einer robusten Halterung arretiert werden. Der Lenker beinhaltet alle Steuerungselemente des Lastenrades. Auf der linken Seite ist die Gangschaltung (5 Gänge) sowie der Blinker positioniert. Dieser ist in Form von zwei Drucktasten gestaltet. Nach einer Gewöhnungsphase ließ sich der Blinker intuitiv bedienen. Mittig ist ein Touchdisplay verbaut, welches über Geschwindigkeit, Ladestand des Akkus und Blinkerstatus informiert. Über die Touchfunktion kann die Stärke der elektrischen Unterstützung ausgewählt werden. Weiterhin können betätigt werden: Beleuchtung, Warnblinker, Scheibenwischer und Feststellbremse. Die angezeigten Informationen waren verlässlich – die Bedienung nach vorheriger Einführung eingängig. Links von dem Touchdisplay befindet sich ein Knopf zum Ein- und Ausschalten der ONO, für den Fahrbetrieb muss jedoch zusätzlich ein RFID Chip an einer Sensorfläche rechts des Displays vorgehalten werden. An der rechten Seite des Lenkers befindet sich ein Schubhebel, durch welchen das elektrische Anfahren und Rangieren gesteuert werden kann. Auch ist rechts eine Drucktaste zur Wahl von Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt vorhanden. Abbildung 13 zeigt die Bedienelemente der ONO:

<sup>9</sup> IEB für Industrie Elektronik Brilon

<sup>10</sup> Berechnung anhand technischer Daten des Gerätes (abgelesen)



Abbildung 13: Bedienelemente ONO E-Cargobike

Die ONO verfügt über großzügige Außenspiegel, welche ein großes Sichtfeld nach hinten ermöglichen. Zum Rangieren ist sie rückseitig auch mit Abstandssensoren ausgestattet, welche den verbleibenden Raum durch ein akustisches Signal anzeigen.

Hervorzuheben ist das mit 2 m<sup>3</sup> für ein Fahrrad äußerst große Ladevolumen des Containers und die mit bis zu 200 kg große Zuladung. Auch sperrige Gegenstände können transportiert werden. In der Praxis von Vorteil waren die zwei Ladeöffnungen des Containers – eine hinten und eine an der rechten Seite. Auch die Innenbeleuchtung erleichterte die Arbeit. Der Laderaum verfügt werkseitig über keine Fächer oder Unterteilungen und keine Befestigungsmöglichkeiten für Spanngurte o. Ä.. Ohne Transportkisten ist die Box für kleine Sendungen dadurch nicht sinnvoll nutzbar. Der Container verriegelt sich nach jedem Schließen automatisch, dies sorgte für einen hohen Schutz vor Diebstahl, wurde jedoch teilweise als umständlich wahrgenommen.

Der Container ist aus Kunststoff hergestellt und damit recht leicht und einfach rollbar, aber auch weniger robust als die Box des RytL MovR.

Durch den Einsatz von metallischen Rampen (diese können im Fahrzeug mitgeführt werden) kann der Container auf- und abgeladen werden. Nach einer entsprechenden Schulung war dieser Vorgang ohne Probleme durchführbar. Die Bewegung des Containers wird im Rahmen des Auf- und Abladens durch einen zwingend zu betätigenden Hebel abgesichert – bei Loslassen wird der Container gestoppt.

## **Fahreindruck und Praxiseinsatz**

Für das Anfahren muss auch bei der ONO parallel zum Schubhebel eine Bremse angezogen und entspannt werden. Die Handhabung dieses Mechanismus erforderte eine gewisse Übungs- und Gewöhnungsphase, steigerte jedoch die Betriebsicherheit. Der elektrische Anzug der ONO aus dem Stand war vergleichsweise schwach – dies sorgte im Zusammenhang mit Steigungen und hoher Beladung für unangenehme Fahrsituationen, in denen nur ein langsames Vorankommen möglich war. Bei großen Steigungen (z. B. Rampen von Parkhäusern) ist ein Anfahren aus dem Stand nicht mehr möglich. Die Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h erlaubte auf gerader Strecke ein zügiges Vorankommen, jedoch ist auch hier die Geschwindigkeit zwangsläufig langsamer als die des Kraftfahrzeugverkehrs. Die Lenkung der ONO war im Stand in Kombination mit hoher Beladung nur schwergängig zu betätigen, dieses Problem trat auch bei hoher Geschwindigkeit auf. Die breitere Bereifung verhinderte jedoch das Einsinken in Spurrillen. Die Bremsleistung war ausreichend – jedoch insbesondere mit Beladung und bei einer Fahrt bergab noch ausbaufähig. Die nicht vorhandene Federung sorgte nicht nur bezüglich des Warentransportes für Probleme, auch das Fahrgefühl war dadurch sehr hart. Beim Befahren von unebenen Straßen traten Poltergeräusche auf. Des Weiteren kam es ohne die Nutzung von gepolsterten Transportkisten zu Glasbrüchen beim Transport von Weinflaschen. Der hohe Platzbedarf des Fahrzeugs stellte sich bei innerstädtischen Auslieferungstouren als Herausforderung dar. Engstellen wie Pfostenreihen konnten teilweise nur langsam oder gar nicht durchfahren werden. Viele Radwege sind nicht durchgängig ausreichend breit oder haben eine schlechte Oberfläche, weshalb häufig auf der Fahrbahn gefahren werden muss. Problematisch ist die geringe Bodenfreiheit bei langem Radstand, besonders an Kanten/Bordsteinen oder Rampen.

Die Reichweite der ONO liegt mit zwei Akkus über der des Rytli MovR (etwa 60 km im Praxistest). Durch die Verwendung von GreenPackAkkus von Ansmann ist das Fahrzeug auf ein herstellerunabhängiges Wechselakku-System vorbereitet. Nachteilig ist, dass sich die ONO ohne Strom nicht fahren lässt.

Die ONO wurde sowohl bei der 50-Jahr-Feier der Frankfurt UAS im Beisein des hessischen Ministerpräsidenten auf der großen Showbühne als auch beim 2. Radlogistikkongress auf dem Campus der FRA UAS und dem HOLM präsentiert (Abbildung 14 und Abbildung 15).

Auf den Fahrten zwischen Darmstadt und Frankfurt wurde die ONO dadurch einem Langstreckentest sowohl in der Großstadt als auch Überland erfolgreich getestet. Hier zeigte sich aber auch der große Bedarf eines Routings für Schwerlastenräder, da nicht alle Radwege für diese Räder geeignet sind (vgl. Abschnitt 3.2.3). Gerade auf ebenen und zügig befahrbaren Strecken ist der Energieverbrauch recht gering, was die Reichweite erhöht.

Das große Ladevolumen der ONO konnte auf dem Rückweg von der 50-Jahr-Feier demonstriert werden: das Riese&Müller Load 75 konnte im Container mit nach Darmstadt transportiert werden.



*Abbildung 14 LieferradDA auf der 50-Jahr-Feier der Frankfurt University of Applied Sciences*



*Abbildung 15 Hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Angela Dorn, vor ONO*

### **Reparatur- und Servicebedarf**

Für die ONO wurde ein Servicepaket beauftragt, das zweiwöchentliche Inspektionen beinhaltet. Hierbei wurde der Fahrzeugzustand geprüft, Verschleißteile wie

Bremsbeläge erneuert und ggf. Reparaturarbeiten durchgeführt. Servicearbeiten in einer solch hohen Frequenz waren für die Einsatzhäufigkeit der ONO bei LieferradDA (etwa 2-mal pro Woche) nicht zwingend erforderlich und bedeuten für den Lieferservice auch einen großen Aufwand. Andererseits übernimmt der Service hierbei die Gewährleistung für den sicheren Zustand der Räder.

Sowohl Bremsbeläge verschleifen schnell, als auch der Luftdruck der Räder muss sehr häufig kontrolliert und angepasst werden. Darüber hinaus fielen hin und wieder Kleinreparaturen an, wie beispielsweise das Nachrüsten eines Reflektors. Als Nachrüstauftrag verbaute ONO eine zweite Akkuhalterung, sodass beide Green-Pack-Akkus in der Fahrerkabine mitgeführt werden konnten. Innerhalb der Einsatzzeit bei LieferradDA kam es zu keinen Ausfällen der ONO aufgrund von technischen Defekten.

### 4.2.3 Radkutsche Muskettier

Das „Muskettier“ von Radkutsche (Abbildung 16 und Abbildung 17) ist ein dreirädriges Schwerlastenrad. Man sitzt wie bei einem klassischen Fahrrad frei auf dem Sattel, eine Überdachung oder Fahrerkabine ist nicht vorhanden. Es verfügt über eine elektrische Fahrunterstützung durch einen in das Vorderrad integrierten Elektromotor. Eine große Transportbox bildet den hinteren Aufbau des Lastenrades.



Abbildung 16: Radkutsche „Muskettier“ im Design von LieferradDA 1





Abbildung 17: Radkutsche „Musketier“ im Design von LieferradDA 2

Die Tabelle 10 zeigt die wichtigsten technischen Eigenschaften des Musketiers:

Tabelle 8: Technische Kennwerte – Radkutsche Musketier

<b>Kennwert</b>	<b>Ausprägung (Radkutsche GmbH 2021)</b>
Zulässiges Gesamtgewicht	300 kg
Leergewicht	74 kg
Zuladung	Ca. 125 kg <sup>11</sup> (bei 100 kg Fahrergewicht)
Maße (LxBxH)	2,07 m x 1,06 m x 1,90 m
Container Innenmaß (LxBxH) und Volumen	1,27 m x 0,83 m x 1,27 m; ca. 1,3 m <sup>3</sup>
Antrieb (Nominale Gesamtleistung, max. Geschwindigkeit)	eZee Radnabenmotor (250 W, 25 km/h)
Batterie (Nennspannung, Nennkapazität)	37 V; 23 Ah/ 835 Wh
Reichweite	30 – 60 km
Ladegerät (Ladeleistung)	Ladegerät BMZ (210 W <sup>12</sup> )

<sup>11</sup> Eigene Berechnung anhand des zulässigen Gesamtgewichts.

<sup>12</sup> Berechnung anhand technischer Daten des Gerätes (abgelesen)

## Konstruktion

Das Musketier basiert auf einem Stahlrahmen (Radkutsche GmbH 2021). Verkleidungselemente sowie eine Federung sind nicht vorhanden. Man sitzt frei auf dem Sattel vor der großen Transportbox, vor der auch die Aufnahme für den Akku angebracht ist. Die Aufbewahrung von persönlichen Gegenständen sowie von zusätzlichen Akkus erfolgt zusammen mit den transportierten Sendungen in der Transportbox. Am Lenker sind wie auch bei den anderen eingesetzten Lastenrädern die Steuerelemente verbaut (Abbildung 18).



Abbildung 18: Lenker mit Steuerelementen – Radkutsche Musketier (Foto: Jendrik Seibert)

Rechts neben dem linken Griff des Lenkers befindet sich ein kleiner Drehgriff mit dem das elektrische Anfahren vorgenommen werden kann. Mittig ist eine Steuerungseinheit angebracht, mit der sich der Grad der elektrischen Unterstützung beeinflussen lässt und die gleichzeitig über den Ladestand des Akkus informiert. Eine kleine Tachoeinheit ist rechts daneben positioniert. Links vom rechten Griff kann die stufenlose Gangschaltung, auch per Drehgriff, bedient werden. Da das Leergewicht des Rads mit rund 70 kg verhältnismäßig gering ist (Rytle MovR und ONO über 200 kg), lässt sich das Fahrrad problemlos ohne Anfahr- oder Rückwärtsfahrhilfe schieben. Eine „Feststellbremse“ fehlt. Es muss über ein manuelles Verspannen eines Bremsgriffes dargestellt werden. Das Bedienkonzept der Radkutsche ist verhältnismäßig einfach aufgebaut. Eine Nutzung des Lastenrades war für die Kuriere bereits nach einer kurzen Einweisung möglich. Zur Fahrt ist kein Schlüssel notwendig, daher wurde ein separates Schloss mitgeführt. Die Spiegel am Lenker sind notwendig, um den nachkommenden Verkehr zu beobachten, da die Sicht nach hinten ansonsten durch die Transportbox verdeckt ist. Das Musketier besitzt keinen Blinker, dies stellt bei den vorhandenen Abmaßen ein Problem dar.

Die Transportbox ist mit 1,3 m<sup>3</sup> Volumen so groß wie die des Rytl MovR (und damit deutlich kleiner als die Box der ONO), jedoch nicht so hoch und schlank. Die Zuladung mit etwa 120 kg ist 60-80 kg geringer als die von Rytl MovR und ONO. Die

Transportbox des Musketiers ist fest montiert und kann nicht ohne weiteres abgenommen werden. Das Musketier wird jedoch auch mit anderen Aufbauten angeboten.

### **Fahreindruck und Praxiseinsatz**

Die Radkutsche ist von den drei genutzten Schwerlastenrädern bereits am längsten auf dem Markt. Es ist ein robust konstruiertes und einfach zu nutzendes (und auch zu reparierendes) Lastenrad, das flexibel eingesetzt werden kann. Ihm fehlen elektronische Zusatzausstattungen (GPS-Ortung, elektronisches Schloss etc.) oder ein Wetterschutz.

In der Standardausstattung fehlen Blinker oder eine Beleuchtung der Transportbox, die nachgerüstet wurden. Auch verfügt die Tür der Box nicht über eine Arretierung und fällt deshalb leicht zu. Auch die Box der Radkutsche ist standardmäßig nicht mit Befestigungsmöglichkeiten ausgestattet. Bei schrägem Untergrund neigt sich das Fahrrad recht stark, was gewöhnungsbedürftig ist.

### **Reparatur- und Servicebedarf**

Die Radkutsche wurde von LieferadDA bereits gebraucht erworben. Daher war hier der Reparaturbedarf größer als bei den anderen Rädern. Es wurden diverse Verschleißteile im Laufe der Zeit ersetzt. Im Falle der Radkutsche ist dies verhältnismäßig einfach möglich.

#### **4.2.4 Riese und Müller Load 75**

LieferradDA bekam von Riese+Müller ein Lastenrad vom Typ Load 75 zur Verfügung gestellt (Abbildung 19 und Abbildung 20). Es handelt sich um ein elektrisch unterstütztes Lastenrad vom Typ „Long John“. Es verfügt über eine Transportbox, welche mit Hilfe einer Plane (Persenning) abgedeckt werden kann.



*Abbildung 19: Load 75 von R&M im Design von LieferradDA 1*



Abbildung 20: Load 75 von R&M im Design von LieferradDA 2

Die wichtigsten technischen Daten des Load 75 werden in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 9: Technische Kennwerte Riese und Müller Load 75

<b>Kennwert</b>	<b>Ausprägung (Riese &amp; Müller GmbH 2021)</b>
Zulässiges Gesamtgewicht	200 kg
Leergewicht	38 kg
Zuladung	Ca. 60 kg <sup>13</sup> (bei 100 kg Fahrergewicht)
Maße (LxBxH)	2,65 m x 0,61 m x 1,10 m <sup>14</sup>
Container Innenmaß (LxBxH) und Volumen	0,9 m x 0,6 m x 0,4 m <sup>15</sup> ; ca. 0,22 m <sup>3</sup>
Antrieb (Nominale Gesamtleistung, max. Drehmoment, max. Geschwindigkeit)	Bosch Cargo Line Cruise (*unbekannt*; 75 Nm (Robert Bosch GmbH kein Datum); 25 km/h)
Batterie (Nennspannung, Nennkapazität)	2x Bosch PowerPack 500 Performance (36 V, 13,4 Ah/500 Wh)
Reichweite	max. 130 km (Modus „Tour“) <sup>16</sup>
Ladegerät (Ladeleistung)	Bosch eBike Battery Charger 36-6/230 (216 W <sup>17</sup> )
Bremsen	Tektro TRP C 2.3 disc brake

<sup>13</sup> Eigene Berechnung anhand des zulässigen Gesamtgewichts.

<sup>14</sup> Eigene Messung.

<sup>15</sup> Eigene Messung.

<sup>16</sup> Angabe nach Wert Bordcomputer bei Einsetzen vollständig geladener Akkus – Modus „Tour“, Beleuchtung „ein“.

<sup>17</sup> Berechnung anhand technischer Daten des Gerätes (abgelesen)

Reifen	Schwalbe Big Ben Plus 55-406 Reflex; Schwalbe Big Ben Plus 55-559 Reflex; Schwalbe Smart Sam 57-559*; Schwalbe Smart Sam 60-406*
--------	--

### Konstruktion

Das Load 75 hat als „Long John“ einen dem klassischen Fahrrad ähnlichen Aufbau, jedoch ist zwischen dem kleiner ausgeführten Vorderrad und dem Lenker eine Ladefläche vorgesehen. Der Fahrer sitzt frei auf dem Sattel, eine Federung ist sowohl für das Hinterrad als auch für das Vorderrad vorhanden. Mit 38 kg Leergewicht ist das Load 75 deutlich leichter als die eingesetzten Schwerlastenräder. Persönliche Gegenstände der Kuriere müssen in der Transportbox gemeinsam mit den auszuliefernden Sendungen mitgeführt werden, die beiden Akkus lassen sich jedoch parallel am Fahrrad anbringen und einsetzen. Die Bedienelemente des Load 75 sind in Abbildung 21 zu sehen.



Abbildung 21: Bedienelemente Load 75 (Foto: Fabian Rippert)

Das Load 75 ist bezüglich der Bedienelemente übersichtlich gestaltet. Während auf der linken Seite physische Tasten zur Wahl einer Fahrstufe (vier Stufen verfügbar) vorhanden sind, befindet sich mittig eine Steuerungs- und Informationseinheit mit Display. Über die Betätigung von Drucktasten kann die Beleuchtung ein- und ausgeschaltet sowie die angezeigten Informationen beeinflusst werden. Das Display informiert den Fahrer unter anderem über die genutzte Fahrstufe, die Restreichweite sowie die aktuelle Geschwindigkeit. Auf der rechten Lenkerseite befindet sich ein Drehgriff mit dem die Gangschaltung bedient werden kann. Die Steuerung des Fahrrads ist eingängig. Die angezeigte Reichweite passt sich je nach ausgewählter Fahrstufe sowie Zuladung an. Zur Nutzung des Load 75 ist die Verwendung eines Schlüssels notwendig (Wegfahrsperrung, Entnahme der Akkus), somit musste nicht zwingend ein separates Schloss eingesetzt werden (nur bei Ab-

stellen über längere Dauer). Das Load 75 verfügt im Gegensatz zu den Schwerlastenrädern über keine Rückspiegel, die Sicht nach hinten ist hier jedoch auch nicht durch einen aufgesetzten Transportcontainer beeinträchtigt.

### **Fahreindruck und Praxiseinsatz**

Die Beherrschung des Load 75 erfordert für Radfahrer eine gewisse Gewöhnungszeit, da es einen deutlich längeren Radstand als gewöhnliche Räder und damit ein anderes Lenkverhalten hat. Im Gegensatz zu den dreirädrigen Schwerlastenrädern kann das Fahrrad kippen. Der Antrieb ermöglicht auch den Transport schwerer Lasten. Die Geschwindigkeit des Load 75 ist mit Unterstützung bis 25 km/h auf die Nutzung von Radinfrastruktur ausgelegt. Die Nutzung von Straßen parallel zu PKW ist weniger kritisch als bei den Schwerlastenrädern, da die Breite des Fahrzeugs deutlich geringer ist. Die Bereifung des Load 75 wurde als angemessen empfunden, auch eine Fahrt im leichten Gelände war damit möglich. Die Bremsleistung des Load 75 wurde ebenfalls als angemessen empfunden. Lediglich der schnelle Verschleiß der Bremsbeläge sorgte in der Praxis für höheren Wartungsaufwand. Insgesamt fährt sich das Load sehr gut, insbesondere durch eine von den Kurieren als angenehm empfundene Sitzposition, die hohe Geschwindigkeit und die hohe Wendigkeit. Die Nutzung von Fahrradwegen sowie das Abstellen des Fahrzeugs in direkter Nähe zu Abhol- oder Lieferadressen war problemlos möglich. Auch Engstellen ließen sich in der Regel gut befahren. Die Reichweite des Load 75 ist mit voll aufgeladenen Akkus immer ausreichend um eine Tagestour zu absolvieren. In der Praxis wurden Reichweiten bis 100 km erreicht.

Das Load eignet sich besonders für Touren mit kleinen und leichten Sendungen sowie geringem Sendungsaufkommen. Das Load lässt sich am zügigsten fahren (auch Geschwindigkeiten über 25 km/h sind möglich) und ist bezüglich der Routenwahl am wenigsten eingeschränkt. Gerade bei längeren Touren machen sich diese Vorteile bemerkbar. Die Größe der Transportbox und die Zuladung war für im bisherigen Einsatz für viele Auslieferungstouren ausreichend, da LieferradDA oft kompakte Sendungen, wie Bücher, kleine Weinkisten oder auch Kosmetikartikel transportierte. Bei umfangreichen Transporten von Wein oder Sonderaufträgen mit großem Beladungsumfang (z. B. Essensauslieferung im Auftrag des EAD) war das Load 75 jedoch nicht mehr geeignet. Das Load ist damit für schnelle Ergänzungstouren, Kurierdienste und Touren mit geringer Auslastung eine gute Wahl.

### **Reparatur- und Servicebedarf**

Da das Load intensiv genutzt wurde, mussten auch Verschleißteile (z. B. Bremsbeläge) regelmäßig ersetzt werden. Darüber hinaus riss der Schaltzug mehrmals auch in kürzeren Abständen und der Ständer musste ersetzt werden. Der Service erfolgte direkt durch Riese+Müller und war stets einwandfrei und unkompliziert.

#### 4.2.5 Fazit

Die von LieferradDA eingesetzten Lastenräder lassen sich unterschiedlich bewerten. Am positivsten waren die Erfahrungen mit dem Long John, was auch zu den beliebtesten Rädern unter den Kurieren gehörte. Es hat die geringsten Einschränkungen bei der Routenwahl und lässt sich am schnellsten fahren. Dieses Lastenrad eignet sich aber nur bei geringem Sendungsaufkommen und kleinen Sendungen. Für einen wirtschaftlichen Betrieb sind Schwerlastenräder mit größerer Zuladung ( $>100$  kg) und Volumen ( $>1\text{m}^3$ ) erforderlich.

Bei den Schwerlastenrädern, insbesondere den neueren von ONO und Rytle, machte sich bemerkbar, dass es sich noch um Prototypen handelt, die nicht vollständig ausgereift sind. Hier ist in den nächsten Jahren aber mit deutlichen Fortschritten zu rechnen. Auch die Kosten dieser Fahrräder sind noch in einer Größenordnung, die sie neben Personalkosten relevant für den wirtschaftlichen Betrieb machen und die nicht wesentlich unter günstigen Kraftfahrzeugen liegen müssen. Problematisch ist auch, dass es bislang keine zuverlässige Serviceinfrastruktur für diese Art von Lastenrädern gibt, so dass Serviceverträge mit den Herstellern mit Mobilitätsgarantie sehr wichtig sind.

Die Hersteller spezialisieren sich auf unterschiedliche Schwerpunkte, so dass nicht jedes Schwerlastenrad für jeden Anwendungszweck gleichermaßen geeignet ist. Die ONO ist zweifelsohne eine Blickfang in der Stadt, während der Rytle MovR seine Stärke in der mehrstufigen Belieferung mit Wechselbrücken auf der vorletzten Meile hat (Containermaße darauf abgestimmt). Das Musketier ist ein solider Allrounder ohne viele Extras.

Bezüglich Zuladung und Ladevolumen sind alle eingesetzten Schwerlastenräder grundsätzlich für einen Lieferservice geeignet. Die ONO verfügt über die größte Zuladung (Volumen/Gewicht) und hat durch den von zwei Seiten zugänglichen Container Vorteile. Der Container des Rytle MovR ist durch die Schlankheit und den Einlegeboden flexibler und einfacher beladbar. Er ist robuster (aber auch schwerer) als der vom Musketier und der ONO. Alle Container müssen mit Transportboxen und Befestigungsmöglichkeiten nachgerüstet werden. Nur die ONO hat standardmäßig eine Beleuchtung. Weder ONO noch Rytle MovR und Musketier haben eine Federung, was gerade für den Transport von empfindlichen Waren, wie sie viel transportiert wurden (z. B. Weinkisten), ungünstig ist und gepolsterte oder gefedert gelagerte Transportboxen erfordert. Sollen die Container in einem Depot unabhängig vom Fahrrad beladen werden, kommen Schwerlastenräder mit fest montiertem Container wie das Musketier nicht in Frage.

Problematisch erwies sich bei den Schwerlastenrädern die Reichweite. Für Flexibilität und Zuverlässigkeit sind Reichweiten bei Vollbeladung im Winter (ggf. mit Steigungen) von 60 km wünschenswert, so dass ausreichend Spielraum auch bei verkürzter Ladezeit und altem Akku verbleibt. Ladezeiten von mindestens 14 h können je nach Tourenplanung zu lang sein. Dies kann natürlich durch Wechselakkus aufgefangen werden, was jedoch nicht unerhebliche Kosten verursacht und

zusätzliches Gewicht bedeutet. Der Ansatz von ONO, die Batterien eines Wechselakku-Anbieters zu nutzen (GreenPack), erscheint hier zukunftsweisend (vgl. Ausführungen zur Ladeinfrastruktur in Abschnitt 4.3).

### **4.3 Erforderliche Infrastruktur**

#### **4.3.1 Depot und Abstellort für Lastenräder**

Da die hochwertigen Lastenfahrräder nicht vollständig verschließbar sind, ist ein abgeschlossener Abstellraum erforderlich. Im Rahmen des Forschungsprojekts dienten eine Versuchshalle der Hochschule und eine Tiefgarage des EAD als Abstellorte. Es wurden jedoch auch Gespräche mit Garagenbetreibern und der Stadt geführt, um alternative Abstellorte zu finden. Diese Abstellorte sind jedoch meist mit zusätzlichen Kosten (Installation eines Käfigs, Lademöglichkeiten, Miete) verbunden. Auch spielt die Lage des Abstellorts eine wichtige Rolle für die Tourenplanung und damit die Kosten. Lange Anfahrten und Rückfahrten drücken die Effizienz. Der Abstellort sollte deshalb möglichst zentral liegen.

Die Sicherheitsanforderungen an elektrische Fahrzeuge und die Lagerung von Akkus erfordern eine gesicherte Lademöglichkeit. Hierzu wurde die Anschaffung eines Ladeschranks in die Wege geleitet, um die Akkus problemlos über Nacht laden zu können. Da auch dies mit Aufwand und Kosten verbunden ist, erscheint der Weg, mit Wechselakku-Anbietern zusammenzuarbeiten, vielversprechend. Dadurch können in Zukunft eventuelle auch Akkus während der Tour z. B. an zentralen Orten in der Stadt gewechselt werden. Noch existieren in Darmstadt solche Wechselstationen jedoch nicht. Allerdings ist LieferradDA nicht der einzige Dienst in Darmstadt, der GreenPacks nutzt.

Am Abstellort der Lastenräder sollte einfaches Fahrradwerkzeug, Pflegemittel (Kettenfett etc.) und Putzmaterial zur Verfügung stehen. Auch sind Schließfächer für die Kuriere sinnvoll. Ein für alle Kuriere zugänglicher Schlüsselkasten enthält die Schlüssel für die Räder.

Im Rahmen von LieferradDA konnte wegen des verhältnismäßig geringen Sendungsaufkommens auf ein Depot verzichtet werden. Die Sendungen wurden eingesammelt und direkt ausgefahren. Wenn ein Depot erforderlich ist, muss dieses eine Reihe von Randbedingungen erfüllen (vgl. (Assmann, et al. 2019)).

#### **4.3.2 Verkehrsinfrastruktur**

Noch ist die Fahrradinfrastruktur in den meisten Städten, so auch in Darmstadt, erst sehr unzureichend auch für normale Fahrräder ausgebaut. Schmale Radwege oder Radfahrstreifen (<2,0m) sind für Schwerlastenräder unzureichend, so dass diese vielfach auf die Fahrbahnen angewiesen sind. Durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten von Kraftfahrzeugen und Lastenrädern kann es gerade bei



50 km/h zulässiger Höchstgeschwindigkeit zu unangenehmen Überholvorgängen und eine gegenseitige Behinderung oder sogar Gefährdung kommen. Niedrigere zulässige Höchstgeschwindigkeiten oder auch für Schwerlastenräder ausreichend breite Radverkehrsanlagen (2,3 m, in Ausnahmen 2,0 m) helfen dies zu verhindern.

Herausfordernd ist, dass Schwerlastenräder vergleichsweise viel Platz zum Abstellen benötigen, der im Seitenraum nicht immer vorhanden ist. Das Problem wird durch schmale und häufig noch zugeparkte Gehwege zusätzlich verschärft. Immerhin ist ein Halten auf der Fahrbahn nur in Ausnahmefällen erforderlich, so dass die durch Lieferfahrzeuge entstehenden Behinderungen beim Einsatz von Lastenrädern deutlich abnehmen.

Lastenräder sind besonders empfindlich gegenüber Erschütterungen, also Unebenheiten und Kanten. Dies trifft besonders auf ungefederte Lastenräder zu. Auch deshalb nutzen Schwerlastenräder eher die Fahrbahn, solange die Radinfrastruktur nicht eben und ohne Kanten ausgebaut ist.

## 5 Erfahrungen zur Organisationsform

Im folgenden Abschnitt werden die für den Projekterfolg notwendigen Beteiligten dargestellt und mögliche Betreibermodelle skizziert.

### 5.1 Stakeholder

Neben den Kunden und dem Lieferdienst LieferradDA sind weitere Stakeholder für den Erfolg notwendig:

Die **Lokalpolitik** kann die Entwicklung von Lastenraddiensten fördern, indem sie die entsprechenden Rahmenbedingungen und Öffentlichkeit schafft. Die Übernahme der Schirmherrschaft über das Projekt durch den Oberbürgermeister Jochen Partsch förderte die Entwicklung des Radlieferdienstes. Dies sorgte auch für gesteigertes Interesse bei den Stadtgesellschaften wie EAD, HEAG mobilo oder City-Marketing.

**Öffentliche Medien** spielen eine große Rolle, da sie über die Aktivitäten von Lastenraddiensten berichten und somit für deren Nutzung werben. LieferradDA war mehrfach in öffentlichen Medien vertreten, unter anderem durch Artikel in:

- DVZ – Deutsche Verkehrs-Zeitung (Juni 2021)
- Darmstädter Echo (April 2021, Mai 2021, August 2021, Oktober 2021)

### 5.2 Organisationsform

Für einen dauerhaften Betrieb kommen verschiedene Organisationformen in Frage.

#### Methodenkritik Forschungsprojekt

Die Organisation als Forschungsprojekt von Hochschulen ist die aktuelle Organisationsform von LieferradDA. Vorteilhaft ist die große Unterstützung des Projektes durch die wissenschaftliche Betreuung sowie die wirtschaftliche Absicherung in Form von Fördermitteln. Auch der schnelle Zugang zu Personal in Form von studentischen Hilfskräften erleichtert die Umsetzung des Radlieferdienstes.

Während der Grundbetrieb mit dem Einzelhandel und das Experimentieren mit Lastenrädern und Planungssoftware besonders leichtfallen, ist die Kundenakquise vor dem Hintergrund der beschränkten Laufzeit schwierig.

Eine weitere Problematik des Forschungsprojektes ist die begrenzte Beteiligungsmöglichkeit der einzelnen Studierenden. Da sie im Wesentlichen mit dem Studium beschäftigt sind, ist ihre Beauftragung mit zeitintensiven Aufgaben oft problematisch. Ein weiterer Nachteil der Organisation als Forschungsprojekt ist die Außenwirkung. Aufgrund der „nicht professionellen“ Umsetzung des Radlieferdienstes durch Studierende, bestehen bei einigen Kundengruppen Zweifel bezüglich der

Zuverlässigkeit. Desweiteren ist mit den verfügbaren Projektmitteln neben der Sicherstellung und kontinuierlichen Verbesserung des operativen Geschäfts und der wissenschaftlichen Auswertung des Projekts eine umfangreiche Akquise neuer Kundenkreise nur eingeschränkt möglich.

Durch eine Veränderung der Organisationsstruktur wird angestrebt, das Projekt in einen dauerhaften Betrieb zu überführen. Es wurden die in Abbildung 22 dargestellten Organisationsalternativen geprüft.

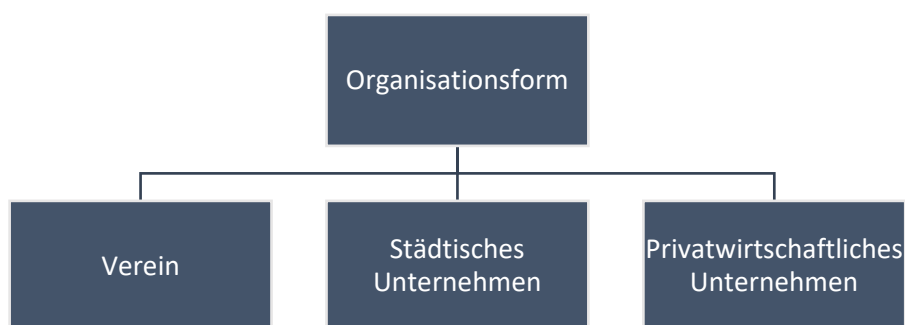


Abbildung 22 Mögliche Organisationsformen für LieferradDA

### 5.2.1 Verein

Nach dem BGB werden Vereine zunächst in zwei verschiedene Kategorien unterteilt: „Nicht wirtschaftlicher Verein“ und „Wirtschaftlicher Verein“ (Vgl. BGB §21 und §22 (dtv Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG 2015)). Für den Fall von LieferradDA gilt der Unternehmenszweck der Unterstützung des Einzelhandels im Sinne einer lebendigen Innenstadt, der Förderung der Verkehrswende und damit auch der Reduktion von Schadstoff- und Treibhausgasemissionen. Da diese Ziele im Interesse der Allgemeinheit liegen, wird der Zweck von LieferradDA aus Gründersicht nicht als „auf einen wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb gerichtet“ bewertet (Vgl. BGB §21 (dtv Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG 2015)). Somit erscheint es möglich, LieferradDA als „nicht wirtschaftlichen Verein“ zu betreiben. Das Finanzamt Darmstadt teilt diese Sicht jedoch nicht, solange keine eindeutige Trennung zwischen wirtschaftlichem Betrieb und gemeinnützigen Vereinszielen sichergestellt ist.

Die Vereinsform stellt die Bedienung der Interessen der lokalen Gemeinschaft in den Vordergrund. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die lokalen Händler und Unternehmen selbst Mitglied des Vereins werden und den Lieferdienst somit in Richtung ihrer eigenen Interessen gestalten können. Die Vereinsform stellt ein Gegenmodell zu einem privaten Unternehmen dar, welches sich auf Gewinn maximierende Aufträge fokussieren würde. Ein Verein hat hingegen Kostenneutralität als wirtschaftliches Ziel.

Die Chance des Vereins ist somit eine besonders starke Ausrichtung auf die Interessen der lokalen Beteiligten, ohne dass allein wirtschaftliche Hintergründe über die priorisierten Aktivitäten des Radlieferdienstes entscheiden. Über eine entsprechende Beteiligung an dem Verein durch eine Mitgliedschaft können auch städtische Akteure und die Hochschulen weiterhin an dem Projekt beteiligt sein und bei dessen Gestaltung mitwirken.

Eine Herausforderung ist die Motivation der Einzelhändler zu einer Mitarbeit. Diese steht in direktem Zusammenhang mit den beauftragten Lieferungen: Händler mit sehr vielen Aufträgen fühlen sich sehr motiviert und unterstützen auch die Vereinsgründung. Händler mit sehr geringen Auftragszahlen sind auch hier weniger stark integriert. Es sollte somit im Rahmen der Vereinsgründung angestrebt werden, für eine breite Verankerung bspw. das City-Marketing mit einzubeziehen.

### **5.2.2 Städtisches Unternehmen**

Die Wahrung der lokalen Interessen der Stadt Darmstadt und des Einzelhandels können auch durch die Integration des Radlieferdienstes in ein städtisches Unternehmen erreicht werden.

Die Übernahme von LieferradDA durch geeignete städtische Unternehmen (z.B. HEAG Holding AG, Eigenbetrieb für kommunale Aufgaben und Dienstleistungen (EAD)) wurde im Rahmen von Austauschterminen mit Beteiligung von Unternehmensvertretern besprochen, es bestand jedoch kein Interesse an einer Eingliederung des Radlieferdienstes.

### **5.2.3 Privatwirtschaftliches Unternehmen**

Es ergaben sich durch Gespräche vielversprechende Optionen einer „Abgabe“ des Radlieferdienstes an andere, privat organisierte Lastenraddienste aus der Region:

- Sachen auf Rädern (Frankfurt am Main)
- Radlader (Mainz)

Privatwirtschaftlich organisierte Lastenraddienste arbeiten gewinnorientiert. Sie fokussieren sich auf regelmäßige, umfangreiche und besonders lukrative Aufträge, oft im Bereich B2B. Folgende Anwendungen wurden als wirtschaftlich umsetzbar beschrieben:

- Transport von Obst und Gemüse (Sachen auf Rädern)
- Transport von Medikamenten (Radlader)
- Transport von Blutproben für Labore (Radlader)

Entsprechend der Rückmeldungen zum vorrangig durch B2B geprägten Geschäftsmodell der Lastenraddienste wurde für den Fall einer Übernahme nur eine geringe Chance der Weiterverfolgung des von LieferradDA betriebenen Ansatzes der Kooperation mit dem Einzelhandel erwartet.

### **5.3 Dauerhafte Betreiber\*in**

Im Rahmen des Projektverlaufes haben sich zwei realistische Szenarien zur Zukunft des Radlieferdienstes ergeben.

#### **Privatwirtschaftliche Ausgründung oder Übernahme durch regionales Radlogistikunternehmen**

Wie zuvor dargestellt, fand ein Austausch mit zwei regionalen Radlogistikunternehmen bezüglich einer Übernahme statt. Die Gesprächsverläufe waren in beiden Fällen positiv. Für die Unternehmen stellten sich vor allem die vorhandenen Geschäftsbeziehungen von LieferradDA als interessant dar; auch eine Weiternutzung der vorhandenen Lastenräder wurde angesprochen. Die beiden Lastenräder der Hersteller Rytle und ONOMOTION stießen im Rahmen des Austausches mit „Radlader“ jedoch aufgrund deren hohen Kosten und einer erwarteten Fehleranfälligkeit nur auf begrenztes Übernahmeinteresse. Weiterhin waren zudem verfügbare Abstell- und Logistikflächen für die Umsetzung des Radlieferdienstes relevant.

Wie zuvor erwähnt wurde durch die Gespräche deutlich, dass für den Fall einer privaten Übernahme der neue Inhaber sein eigenes und in der Regel erprobtes Geschäftsmodell umsetzen möchte. Die Ansätze der interessierten Radlieferdienste wiesen einige Parallelen zu LieferradDA auf, sahen jedoch definitiv keine Fortsetzung des Einzelhandelsgeschäfts in der gleichen Art und Weise vor. Die Projektleitung entschied daher den Ansatz der Vereinsgründung zu bevorzugen. Auch fehlte es den interessierten aktuell an Personalressourcen, um deren Geschäft auf Darmstadt zu erweitern.

#### **5.3.1 LieferradDA als Verein des Einzelhandels**

Zum Ende der Förderlaufzeit schien die Organisationsform eines gemeinnützigen Vereins am vorteilhaftesten, da mittels diesen Spendengelder eingeworben werden können und die Gestaltungsmöglichkeiten in der Hand der städtischen Akteure bleiben. Die Feststellung der Gemeinnützigkeit obliegt dem Finanzamt und ist aufgrund des Wirtschaftsbetriebs zu klären.

Kontakt zu verschiedenen städtischen Gesellschaften wurde aufgenommen; die Zusage zur Mitarbeit erfolgte bspw. durch den Stadtrat Mobilität, HEAG und den stellv. Abteilungsleiter EAD.

Mit diesen Akteuren werden weitere Gespräche geführt, um die Vereinsgründung voranzutreiben.

## 6 Wirtschaftlichkeit, Kosten, Einnahmemodelle

Die Wirtschaftlichkeit des Lieferdienstes ist für den langfristigen Erfolg von zentraler Bedeutung und soll deshalb in diesem Kapitel untersucht werden.

Bereits in der vergangenen Projektphase wurde ermittelt, dass die durchschnittliche Auslastung des Lieferdienstes mit weniger als 30 Sendungen pro Tag nicht ausreicht, um einen kostendeckenden Betrieb zu erreichen. Daher galt es in dieser Projektphase, weitere Kundengruppen und Geschäftsfelder zu erschließen. Insbesondere relevant waren hier kommunale Unternehmen oder auch Betriebe, die Transportaufträge im Bereich B2B vergeben. Es wurde auch untersucht, unter welchen Bedingungen ein Radlieferdienst für bestimmte Kundengruppen attraktiv ist, wie hoch die Kosten des Lieferdienstes sind und ab wann die Wirtschaftlichkeit gegeben ist.

### 6.1 Kundengruppen und deren Anforderungsprofile

Für die Erweiterung des Radlieferdienstes ist zunächst zu klären, für welche Kundengruppen der Lieferservice attraktiv ist und welche Bedingungen hierfür gelten. Abbildung 23 bietet eine Übersicht der Kundengruppen.

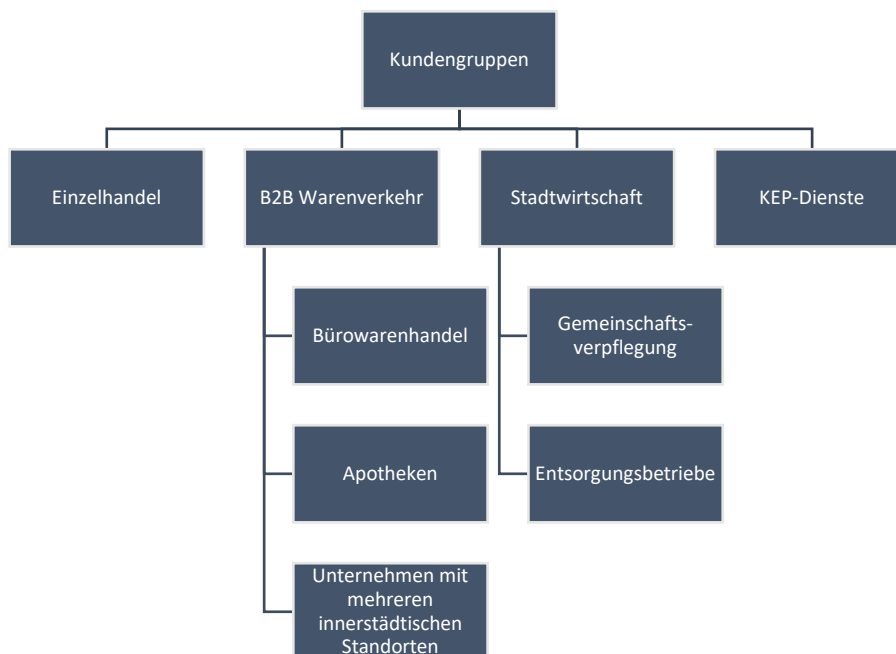


Abbildung 23: Potentielle Kundengruppen von LieferradDA

Die dargestellten Kundengruppen weisen jeweils ein eigenes Anforderungsprofil auf, welches mit den in der Tabelle 12 dargestellten Kriterien beschrieben werden kann.

Tabelle 10: Kriterien des Anforderungsprofils

Kriterium	Beschreibung
Kosten der Auslieferung	Preis der Auslieferung pro Paket oder Stopp
Termintreue	Zuverlässigkeit bei der Einhaltung von versprochenen Lieferterminen
Schnelligkeit	Lieferzeit zwischen Auftragseingang und Auslieferung beim Kunden
Flexibilität	Möglichkeit der kurzfristigen Auftragsänderung (z.B. Anzahl Pakete, Adresse, Möglichkeit spezieller Lieferzeitfenster)
Lieferqualität	Versand ohne Transport- und Handlungschäden
Tracking und Tracing	Möglichkeit der Nachverfolgbarkeit von Aufträgen
Regulatorische Transportanforderungen	Gesetzliche Anforderungen an den Transport (z.B. Good Distribution Practices im Pharmabereich)
Sendungsgröße	Volumen und Gewicht der zuzustellenden Pakete
Nachhaltigkeit	Ökologische Nachhaltigkeit der Zustellung

### 6.1.1 Einzelhandel

Innerhalb der Einzelhändler Darmstadts bestehen Unterschiede in Bezug auf das Anforderungsprofil. Im Folgenden wird deshalb ein typischer Einzelhändler, z.B. Buchhändler, gewählt, dessen Anforderungen auch einen Großteil der Händler reflektieren.

Die Zahlungsbereitschaft der belieferten Kund\*innen des Einzelhandels wird auf ein ähnliches Niveau wie beim Paketversand durch große KEP Dienste (z.B. DHL, DPD) geschätzt. Der bereits etablierte Lieferdienst „WüLivery“ in Würzburg bepreist Sendungen mit einem pauschalen Preis von 4,50 € pro Sendung an (Stadtmarketing "Würzburg macht Spaß" e.V. 2020). Dabei ist insgesamt von einer geringen Zahlungsbereitschaft auszugehen, da die Endkunden bei großen Onlineplattformen die Transportkosten in vielen Fällen nicht/im Abo-Tarif bezahlen müssen. Endkunden und damit auch die Einzelhändler fordern eine zunehmende Schnelligkeit der Lieferungen. Dabei fordern die Einzelhändler eine hohe Flexibilität mit kurzfristigen Änderungswünschen.

Der Anspruch an die Lieferqualität ist je nach Produktart sehr verschieden. Die Spannweite reicht von unempfindlichen Waren wie Büchern bis hin zu bruchgefährdeten Glasflaschen. Tracking und Tracing wird von einigen Einzelhändlern gewünscht. Besondere regulatorische Anforderungen bestehen bei den bisher transportierten Waren des Einzelhandels nicht. Eine spezielle Gruppe mit potenziell großem Sendungsaufkommen stellen hier allerdings Apotheken dar, die besonderen Anforderungen unterworfen sind und deshalb separat behandelt werden (vgl. 6.1.3).

Volumen und Gewicht der angefragten Sendungen ist bei Einzelhändlern sehr unterschiedlich und reicht von einzelnen Büchern zu mehreren Kisten Wein. In der Regel sind die Lieferungen jedoch für Lastenräder geeignet. Endkunden und deren

Einzelhändlern ist die Nachhaltigkeit der Transporte wichtig – sie stellt nach dem subjektiven Empfinden der Kuriere eine wesentliche Motivation zur Nutzung des Services dar.

Abbildung 24 visualisiert das typische Anforderungsprofil des Einzelhandels.

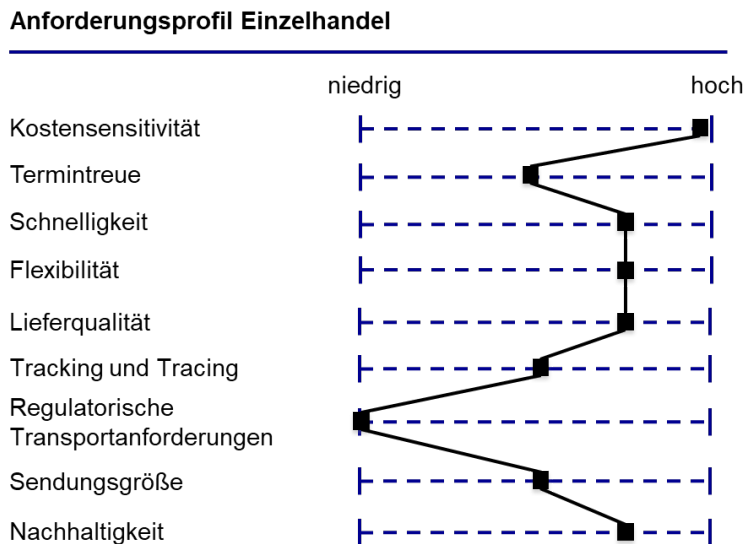


Abbildung 24: Transportanforderungen des Einzelhandels

### 6.1.2 Bürowarenhandel

Der Bürowarenhandel zeichnet sich durch eine hohe Kostensensitivität aus, da es sich um transportkostenempfindliche Produkte handelt. Die Termintreue ist wichtig, da beim Kunden potentiell hohe Schäden durch Lieferverzögerungen entstehen (z. B. Kopierer/Drucker steht still) und Kunden nur begrenzt im Büro sind. Eine zu späte Anlieferung, wenn das Büro bereits nicht mehr geöffnet ist, führt zu Folgekosten wegen einer erneuten Zustellung. Termintreue steht dabei vor Schnelligkeit. Auch Flexibilität und Lieferqualität sind wichtig. B2B-Kunden erwarten Tracking und Tracing-Lösungen, um Kunden bei Nachfragen antworten zu können. Es bestehen keine regulatorischen Anforderungen an den Transport. Gerade bei Bürowaren, z. B. Papier, kann das Sendungsvolumen und -gewicht hoch sein. Nachhaltige Zustellungen sind ein Differenzierungsmerkmal gegenüber dem Wettbewerb. Das Anforderungsprofil des Bürowarenhandels ist in Abbildung 25 abgebildet.



### Anforderungsprofil Bürowarenhandel

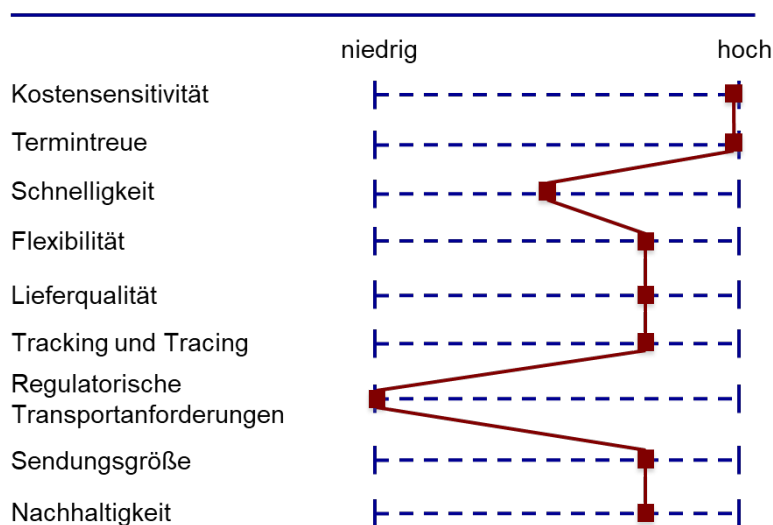


Abbildung 25: Transportanforderungen des Bürowarenhandels

### 6.1.3 Apotheken

Da Apotheken mit eigenem Fuhrpark und Fahrern bereits viel Geld für die Zustellungen an Patienten ausgeben, wird die Preissensitivität in diesem Segment geringer als im Einzelhandel eingeschätzt. Im Gegensatz zum Bürowarenhandel benötigen die Apotheken deutlich mehr Flexibilität und kurze Transportzeiten. Bei Medikamenten kommt es auf die schnelle Zustellung beim Patienten an. Dies kann in Teilen so kurzfristig werden, dass es sich eher um Kurierzustellungen handelt als in das planbare Tourengeschäft passt. Es ist deshalb davon auszugehen, dass LieferradDA nicht das gesamte Sendungsaufkommen der Apotheken abwickeln kann, sondern nur solche, die nicht durch besondere Dringlichkeit gekennzeichnet sind. Der Vorteil dabei ist, dass es sich um eher regional begrenztes Aufkommen in der Nähe der Apotheke handelt. Die Stoppdichte (Stopps pro Stunde) ist deshalb höher als beim typischen Einzelhandelsgeschäft. Eine weitere Besonderheit des Apothekengeschäfts sind die regulatorischen Transportanforderungen, d.h. Good Distribution Practices. Nachhaltigkeit ist eine Möglichkeit zur Differenzierung.

Abbildung 26 stellt das Anforderungsprofil von Apotheken dar.

**Anforderungsprofil Apotheken**

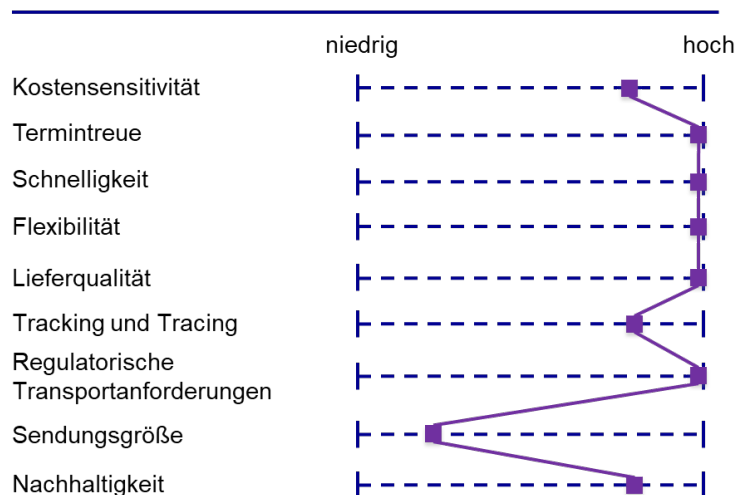


Abbildung 26: Transportanforderungen der Apotheken

**6.1.4 Unternehmen mit mehreren innerstädtischen Standorten**

Da LieferradDA hier insbesondere Kontakt zum Bauverein hat, bezieht sich das Anforderungsprofil auf diesen exemplarischen Kunden. Transportobjekt sind dabei insbesondere Dokumente, die zwischen den Standorten ausgetauscht werden. Dabei handelt es sich um regelmäßige, gut planbare Touren. Eine besondere Schnelligkeit, Flexibilität oder Tracking und Tracing sind nicht erforderlich. Ebenso wie bei Apotheken wird die Preissensitivität aufgrund der Kosten für eigenen Fuhrpark und Fahrer als geringer als im Einzelhandel eingeschätzt.

**Anforderungsprofil Unternehmen mit mehreren innerstädtischen Standorten**

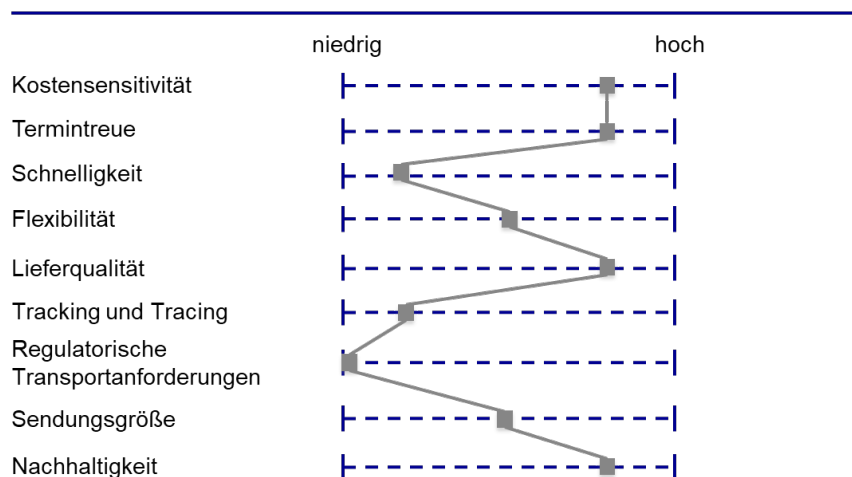


Abbildung 27 Transportanforderungen der Unternehmen mit mehreren innerstädtischen Standorten

### 6.1.5 Stadtwirtschaft - Gemeinschaftsverpflegung

Die Gemeinschaftsverpflegung unterscheidet sich in ihrem Anforderungsprofil deutlich von den Auslieferungstouren an private Kunden des Einzelhandels. Organisiert ist sie in der Art, dass warme Speisen von einer Großküche zubereitet und in transportierbare Behälter gepackt werden (Thermoport und Styroporboxen). Diese werden im Anschluss in ein Fahrzeug geladen, welches die Behälter an Einrichtungen wie Schulen oder KiTas ausliefert und auch für den Rücktransport der Leerbehälter genutzt wird. Die Prozesszeiten sind sehr eng getaktet, sodass eine minutengenaue Abholung und Rückgabe der Leerbehälter erforderlich ist. Die Termine sind sehr gut planbar, eine Termintreue bzw. Lieferzuverlässigkeit ist unerlässlich. Im Rahmen von Pilotbelieferungen in KW49 und KW50 wurde die Belieferung von mehreren Einrichtungen erprobt. Dabei wurden die in Tabelle 13 dargestellten Erfüllungszeiten vereinbart.

Tabelle 11: Erfüllungszeiten Gemeinschaftsverpflegung

Objekt	A	B
Thermoportenzahl	2	2
Styroporbox	2	1
Beladungszeit am LBC	Mo-Fr 10:45	Mo-Do 11:45 Uhr
		Freitag 10:20 Uhr
Anlieferungszeit im Objekt	Mo-Fr 11:00	Mo-Do 12:00 Uhr
		Freitag 10:30 Uhr
Abholung am Objekt	Mo-Fr 13:30 Uhr	Mo-Fr 14:00 Uhr
Entladezeit am LBC	Mo-FR ca. 13:45 Uhr	14:15 Uhr

Abbildung 28 zeigt den mit Essensbehältern beladenen Container des Schwerlastenrades RYTLE MOVR. Die Speisebehälter dürfen während des Transportes nicht beschädigt oder verunreinigt werden. Aufgrund der gesundheitlichen Risiken ist der Anspruch an die Lieferqualität dementsprechend sehr hoch. Die Verantwortung des EAD gegenüber den zu beliefernden Kunden bewirkt, dass auch der regulatorische, hygienische Anspruch an den Transport hoch ist. Tracking und Tracing spielt aufgrund der hohen Regelmäßigkeit der Aufträge und der geringen Transportentfernung keine große Rolle. Die Nachhaltigkeit des Transportes per Lastenrad war der wesentliche Grund für die Kontaktaufnahme des EAD in Bezug auf die Gemeinschaftsverpflegung.



Abbildung 28: Thermoporte und Styroporboxen in Container des RYTLE MOVR

Basierend auf den durchgeführten Versuchen sowie Einschätzungen der Zukunft ergibt sich das in Abbildung 29 gezeigte Anforderungsprofil.

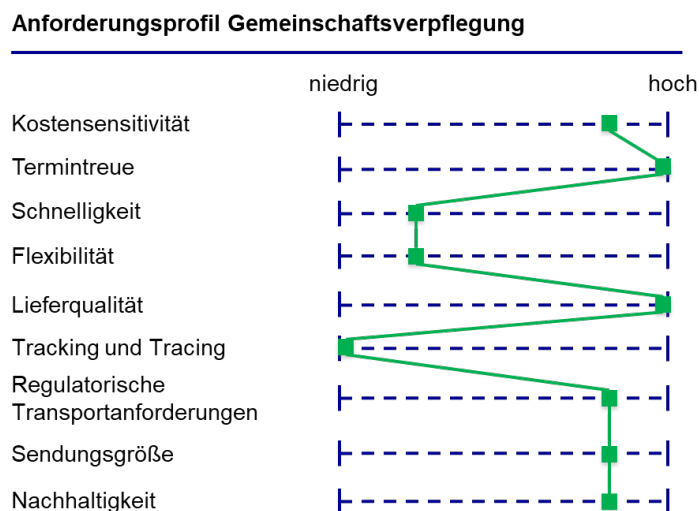


Abbildung 29: Transportanforderungen der Gemeinschaftsverpflegung

### 6.1.6 Stadtwirtschaft - Kreislaufwirtschaft

Die Idee einer Kreislaufwirtschaft, bei der auf dem Hinweg zum Kunden Konsumgüter transportiert werden und auf dem Rückweg, wenn das Lastenrad leer ist, Wertstoff zurücktransportiert werden, ist für ein Projekt mit Fokus auf Nachhaltigkeit vielversprechend. Im Juni 2021 wurden deshalb mehr als 40 Restaurants und

Cafés in Darmstadt nach Ihrem Interesse nach einer nachhaltigen Entsorgung befragt. Fokus lag dabei auf Altglas, Kork, Kaffeesatz und Speiseölen. Da Speiseöle bereits heute gegen Bezahlung von privaten Entsorgern in großen Gebinden entsorgt werden, erscheint dieses Segment wenig vielversprechend. Kaffeesatz wäre aufgrund von Volumen und Gewicht interessant, jedoch hat der EAD zum aktuellen Zeitpunkt keine Verwendungsmöglichkeit, so dass dieses Segment in der Zukunft nochmal aufgenommen werden soll.

LieferradDA hat sich deshalb auf Pilotversuche für Altglas und Kork fokussiert. Dabei wurden mittels Pilotversuchen im Oktober und November die beiden Wertstoffe von Sammelstellen und Gastronomiebetrieben per Lastenrad abgeholt und zu der entsprechenden Abgabestelle gebracht.

Die Abholung von Altglas wird beim EAD durch große LKW, die eine ganztägige Tour pro Woche fahren, organisiert. Die Tour ist damit sehr effizient gestaltet, was bei transportkostenempfindlichen Gütern wichtig ist. Die erforderliche Termintreue ist auf einem mittleren Niveau, die Abholung der Wertstoffe sollte zumindest taggleich stattfinden. Die notwendige Schnelligkeit und Flexibilität sind aufgrund der regelmäßigen Abläufe ähnlich wie bei der Gemeinschaftsverpflegung auf einem eher niedrigen Niveau. Bezüglich der Lieferqualität besteht nur ein geringer Anspruch, die Wertstoffe sollten jedoch in reiner Form ohne Vermischung zur Abgabestelle gebracht werden. Tracking und Tracing sowie regulatorische Anforderungen spielen bei der Wertstoffmitnahme keine Rolle.

Das Transportgewicht ist bei der Mitnahme von Glas jedoch sehr hoch und führt bei der Nutzung des Schwerlastenrades von ONOMOTION (Zuladung bis 200 kg) zu der Notwendigkeit von mehreren Entladefahrten pro Tour. Die Abbildung 30 zeigt das per Tüten verpackte Altglas im Container des ONO E-Cargobikes:



Abbildung 30: Altglas im Container des ONO E-Cargobikes

Es kann somit entgegen dem bisher zur Entsorgung eingesetzten LKW keine gebündelte Tour stattfinden, was einen effizienztechnischen Nachteil bedeutet. Auch für die Wertstoffmitnahme ist die besondere Nachhaltigkeit der Lastenräder ein wesentlicher Motivator der Kooperation mit dem EAD. Die Bündelung mit Auslieferungen ist jedoch ungeeignet, da für den Transport von Wertstoffen eigene Container eingesetzt werden sollten, um Verunreinigungen von Sendungen zu vermeiden.

Es ergibt sich insgesamt das folgende Anforderungsprofil in Abbildung 31.

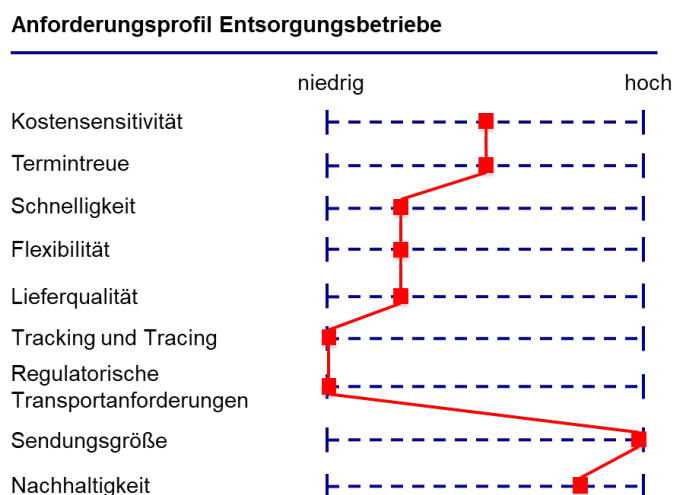


Abbildung 31: Transportanforderungen der Entsorgungsbetriebe

### 6.1.7 KEP-Dienstleister

Denkbar wäre auch eine Kooperation von LieferradDA mit einem der großen KEP-Dienstleister. Diese sind insbesondere durch eine hohe Kostensensitivität bei großem Sendungsaufkommen gekennzeichnet. Es ergibt sich das Anforderungsprofil in Abbildung 32.

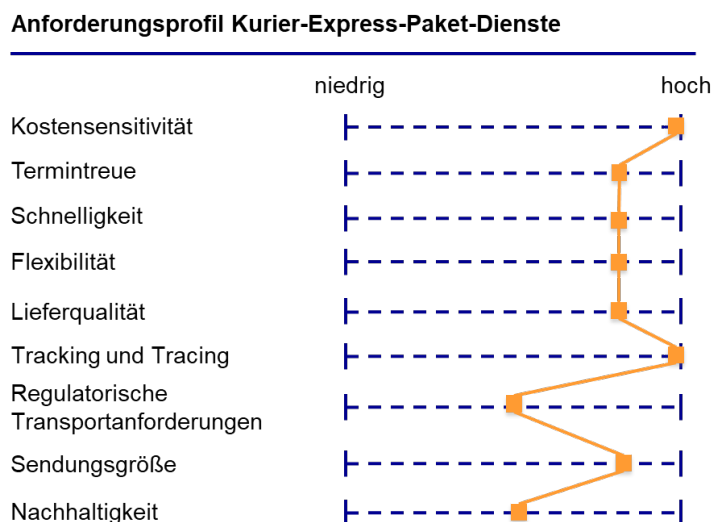


Abbildung 32 Transportanforderungen der KEP-Dienstleister

### 6.2 Fähigkeiten eines Radlieferdienstes (Attraktivität)

Den Transportanforderungen der verschiedenen Kundengruppen werden in diesem Abschnitt die Fähigkeiten von LieferradDA gegenübergestellt, um eine Eignung beurteilen zu können. Diese Fähigkeiten werden mit Hilfe derselben Kriterien beurteilt, wie die Anforderungen der Kunden.

Basierend auf der Kostenanalyse in Abschnitt 6.4. zeigt sich, dass LieferradDA bei ausreichend hohem Sendungsaufkommen einen wettbewerbsfähigen Preis anbieten kann.

Die durch den Radlieferdienst darstellbare Termintreue ist grundsätzlich sehr hoch, sodass auch terminkritische Aufträge aus dem Bereich B2B bedient werden können.

Die Schnelligkeit, bzw. Spontanität des Radlieferdienstes ist in Verbindung mit einer Tourenplanung und Softwareprodukten wie Tiramizoo oder TrackPOD auf einem hohen Niveau. Taggleiche Auslieferungen sind bei ausreichender Personalkapazität (Kuriere) problemlos möglich. Kurierfahrten auf Abruf werden von LieferradDA nicht angeboten, da sie dem Effizienzgedanken durch Bündelung von Sendungen nicht entsprechen. Spontane Lieferungen auf Abruf ähnlich dem Geschäftsmodell von „Gorillas“ und „Flink“ würden die permanente Verfügbarkeit der Kuriere erfordern. Dies ist unter wirtschaftlichen Aspekten nur sinnvoll, wenn diese

Fahrten mit hohen Preisen belegt oder permanent neue Aufträge eingebucht werden, sodass die Kuriere dauerhaft beschäftigt sind.

Die Flexibilität des Radlieferdienstes ist durch die Beschäftigung einer Person für die Tourenplanung sehr hoch. Spontane Änderungen können innerhalb der Bestellfrist vereinbart und in der Tourenplanung berücksichtigt werden. Änderungen während einer laufenden Tour ließen sich technisch realisieren (Geros Technologijos, Ltd. 2021), führen aber zu Reibungen in der Praxis. So kann es beispielsweise dazu kommen, dass das zu Beginn gewählte Lastenrad nicht zum Transport der nachträglich verbuchten Aufträge geeignet ist oder eine Anfahrt der Ziele mit viel zeitlichem Aufwand verbunden ist. Deshalb werden Sie nur in dringenden Fällen angeboten. Hilfreich ist auch die telefonische Erreichbarkeit einer Person, um Änderungen oder Nachfragen direkt klären zu können.

Die erreichbare Lieferqualität hängt im Wesentlichen von den Eigenschaften des Lastenrades (z. B. Federung, Art des Transportcontainers), den speziellen Transportbehältern (z. B. offene und geschlossene Kisten) sowie dem Können der Kuriere ab (vgl. Abschnitt 4.2). Letztendlich spielt auch die Fahrweise und Handhabung der Kuriere eine Rolle bezüglich der Sendungsqualität. Wird ein grober Stil verfolgt und insbesondere bei dem Einsatz der ungefederten Schwerlastenräder keine Rücksicht auf die Fahrbahnbeschaffenheit genommen, kann dies eine Beschädigung der Sendungen zur Folge haben. Durch die Wahl der richtigen Transportbehälter und einer umsichtigen Fahrweise der Kuriere kann die Lieferqualität jedoch sehr hoch gehalten werden, wie der regelmäßige Transport von Glasflaschen verdeutlicht.

Das Tracking und Tracing ist mit Tourenplansoftware wie Tiramizoo (tiramizoo GmbH 2021) und TrackPOD (Geros Technologijos, Ltd. 2021) möglich, wurde in der Praxis jedoch noch nicht angewendet. Tracking und Tracing geht automatisch mit einer Kontrollierbarkeit der Kuriere einher. Regulatorische Transportanforderungen, wie zum Beispiel temperaturgeführte Transporte, sind durch einen entsprechenden Umbau der Transportcontainer der Schwerlastenräder umsetzbar. Eine spezielle Box für temperaturgeführte Transporte mit dem Radkutsche Muskelier stand dem Projekt mit einem Preis von ca. 7.000 € netto zum Kauf zur Verfügung.

Die Nachhaltigkeit der Transporte per Lastenrad wird als hoch eingestuft. Die Gründe dafür sind die verhältnismäßig hohen Transportvolumina und -gewichte bei gleichzeitig geringem Materialeinsatz zur Produktion der Lastenräder und geringem Energieverbrauch bei der Fahrt (vgl. Kapitel 4.2).



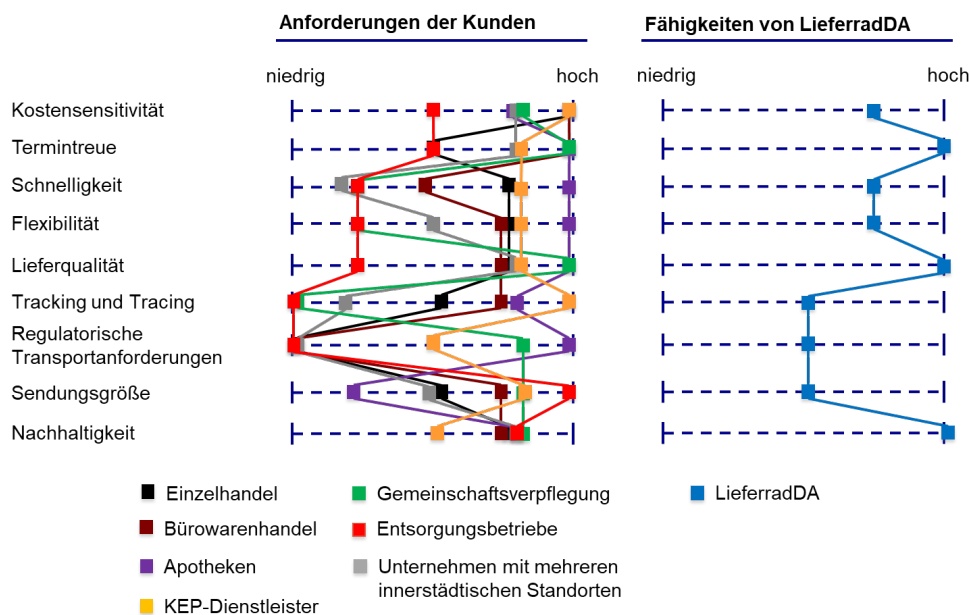


Abbildung 33: Kundenforderungen vs. Fähigkeiten von LieferradDA

Zum Abgleich von Kundenanforderungen und Leistungsfähigkeit von LieferradDA werden die einzelnen Profile übereinandergelegt (Abbildung 33). Anforderungskriterien, bei denen LieferradDA auf der abgebildeten Skala weiter rechts liegt als die jeweilige Kundengruppe, kann der Dienst gut abbilden. Bei Anforderungskriterien, bei denen die Kunden höhere Anforderungen haben, als das, was LieferradDA zu leisten vermag, ist abzuwägen oder über Alternativen nachzudenken.

Der Abgleich der Anforderungs- und Leistungsprofile zeigt, dass das Einzelhandelsgeschäft sowie Unternehmen mit mehreren innerstädtischen Standorten durch LieferradDA gut bedient werden können. Auch Bürowarenhandel sowie Entsorgungsbetriebe erscheinen auf den ersten Blick vielversprechend. Jedoch gilt es hier die Sendungsgröße im Blick zu behalten, die z. B. über neuartige Behälter und häufigere Abholungen berücksichtigt werden kann. Auch die Gemeinschaftsverpflegung ist geeignet, solange die hygienischen Richtlinien berücksichtigt und die Sendungsgröße nicht zu groß wird. Während bei den Apotheken die Sendungsgröße kein Problem ist, wird hier von Kundenseite eine hohe Schnelligkeit und Flexibilität gefordert. Da LieferradDA das Prinzip der Sendungsbündlung verfolgt und keine Kurierfahrten auf Zuruf anbietet, wird voraussichtlich nur ein bestimmter Anteil der Fahrten von LieferradDA übernommen werden können, nämlich die weniger zeitkritischen. Die Paketsendungen von KEP-Dienstleistern sind grundsätzlich geeignet, aufgrund der Menge an Paketen müsste LieferradDA jedoch stark skaliert werden.

### 6.3 Einnahmemodelle

Die Einnahmemodelle können nach folgenden Kriterien unterschieden werden:

- Basis der Preisbestimmung (Preis pro Sendung/ pro Arbeitszeit)
- Höhe des Preises

- Rechnungsempfänger

Die Arbeitszeit des Personals ist der wesentliche Kostentreiber des Radlieferdienstes. Die Preisbestimmung per erwarteter oder aufgewendeter Arbeitszeit stellt also grundsätzlich eine sinnvolle Option dar. In der Praxis kann die individuelle Arbeitszeit jedoch nur bei umfangreichen Sonderaufträgen mit separater Angebotserstellung als Preisgrundlage verwendet werden. (Vorab-) Angebote unter Berücksichtigung der Arbeitszeit wurden für den Bürowarenhandel sowie für die Gemeinschaftsverpflegung erstellt. Für individuelle Transportaufträge im Bereich B2C ist die einheitliche Bepreisung pro Sendung deutlich sinnvoller, da die Kosten für Kunden so direkt erkenntlich sind und auch die spätere Rechnungsstellung erheblich vereinfacht wird. Als derzeitige Best Practice bietet der Kurierservice „WüLivery“ einen einheitlichen Preis von 4,50€ für Sendungen bis zu einem Maß von 40 x 50 x 60 cm und 20 kg Gewicht an (Quelle: Präsentation von Herr Weier im Rahmen des ERFA Stadt und Handel).

Die Kosten des Versands können im Bereich B2C entweder durch die Einzelhändler\*innen, durch die Kund\*innen oder gemeinsam übernommen werden. Das Projekt „Das Rad bringt's“ und zugehörige Lieferungen wurden zuerst vollständig vom BMBF-Projekt bezahlt, dann von der Stadt. Anschließend wurden die Lieferungen durch die Stadt noch eine Zeit lang subventioniert. Nun ist die Marke etabliert, hier ist es den Unternehmen selbst überlassen auf welche Weise sie die Kosten decken. Es findet keine Bezuschussung mehr durch Fördermittel statt. (Quelle: Präsentation von Herr Weier, Gespräch mit Maike Tesch)

#### **6.4 Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse**

Das Lastenradgeschäft ist durch einen hohen Anteil Fixkosten gekennzeichnet. Bis auf die variablen Kosten der Tourenplanungssoftware sind alle Kosten Fixkosten, nämlich 99%. Allein 83% machen die Personalkosten aus, weitere 9% werden durch Fuhrpark und Wartung verursacht (siehe auch Abbildung 34).

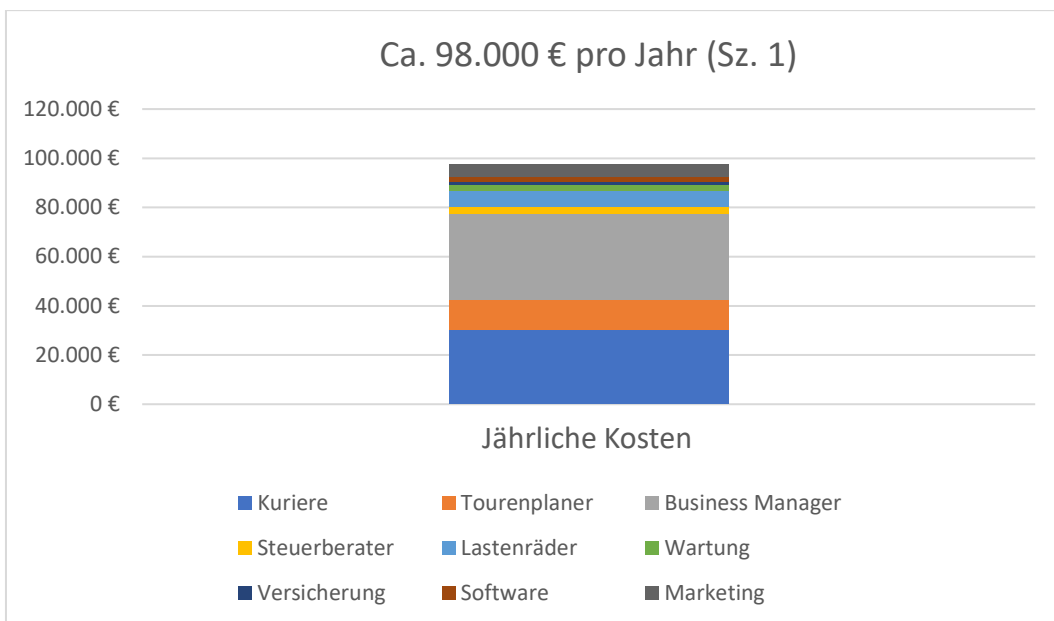


Abbildung 34: Kostenstruktur LieferradDA (basierend auf Sz. 1)

Für einen wirtschaftlichen Betrieb ist eine hohe Auslastung zur Realisierung der Fixkostendegressionseffekte wichtig. Erst ab einer Paketmenge von deutlich über 100 Sendungen/Tag betragen die Kosten 4,50 Euro/Paket und erst ab dieser Menge kann bei einem angenommenen Marktpreis von 4,50 Euro/Paket eine Kostendeckung erreicht werden (siehe auch Abbildung 35).

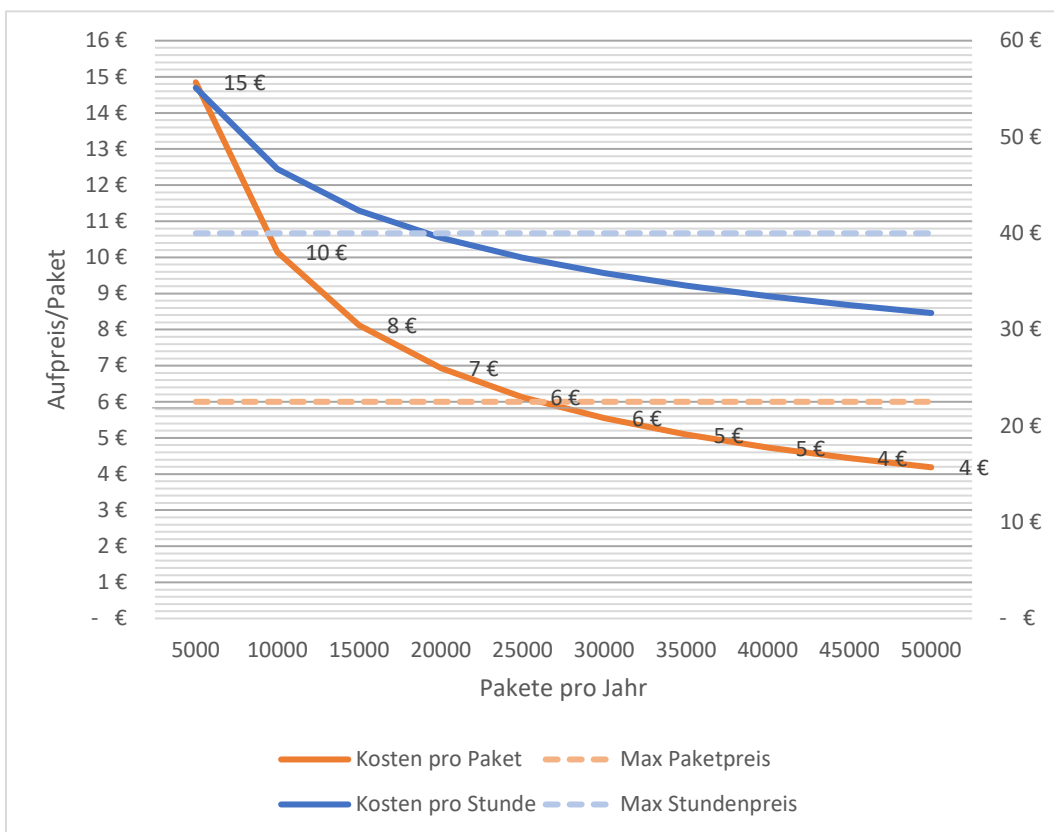


Abbildung 35: Kostendegression LieferradDA

Ziel muss es deshalb sein, ein hohes Sendungsaufkommen zu erreichen. Das erforderliche Sendungsaufkommen kann nach Einschätzung der ersten beiden Förderphasen nicht alleine durch das Einzelhandelsgeschäft erreicht werden. Zusätzliches B2B-Geschäft wird benötigt. Auf Basis bestehender Kontakte mit Bürowarenhändlern, Apotheken und dem EAD wurden deshalb drei Szenarien für die zukünftige Entwicklung von LieferradDA entworfen.


Business Plan – Beschreibung der drei Szenarien				
	Szenario 1 „As-Is“ <span style="background-color: yellow; border-radius: 50%; padding: 2px;">2021</span>	Szenario 2 „As-Is + Start B2B“ <span style="background-color: yellow; border-radius: 50%; padding: 2px;">2022</span>	Szenario 3 „Groß Denken“ <span style="background-color: yellow; border-radius: 50%; padding: 2px;">2023</span>	
Was?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbau bestehendes Einzelhandelsgeschäft</li> <li>35 Pakete/Tag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelhandelsgeschäft (wie Sz. 1)</li> <li>1x B2B-Geschäft (Bürohandel)</li> <li>Start Apothekenauslieferungen (ohne Temp.führung), 40 Pakete/Tag</li> <li>Start EAD (50% der Glasabholungen, 2 Kitas mit Essensbelieferung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelhandelsgeschäft (wie Sz. 1)</li> <li>2x B2B-Geschäft</li> <li>Ausbau Apothekenauslieferungen (mit/ohne Temp.führung), 80 Pakete/Tag</li> <li>Ausbau EAD (wie Sz. 2 + 2 Kitas)</li> </ul>	
Anzahl Touren/ Grundlage Kostenberechnungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Halbtagestour</li> <li>Tourenplaner 3 Stunden/Tag</li> <li>„Business Manager“ 50%</li> <li>5.000 Eur Marketingkosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Halbtagestour Einzelhandel</li> <li>Eine Halbtagestour B2B</li> <li>Eine Halbtagestour Apotheken</li> <li>Eine Halbtagestour EAD</li> <li>Tourenplaner 6 Stunden/Tag</li> <li>„Business Manager“ 50%</li> <li>5.000 Eur Marketingkosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Halbtagestour Einzelhandel</li> <li>Zwei Halbtagestouren B2B</li> <li>Zwei Halbtagestouren Apotheken</li> <li>Eine Halbtagestour EAD</li> <li>Tourenplaner 8 Stunden/Tag</li> <li>„Business Manager“ 50%</li> <li>5.000 Eur Marketingkosten</li> </ul>	
Erlöse	<ul style="list-style-type: none"> <li>4,50 Eur/Paket (siehe Wülivery)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelhandel und Apotheken: 4,50 Eur/Paket</li> <li>B2B: 130 EUR/Halbtagestour</li> <li>EAD: 16 TEUR/Jahr (Annahme, nicht finalisiert)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einzelhandel und Apotheken: 4,50 Eur/Paket</li> <li>2x B2B: 130 EUR/Halbtagestour</li> <li>EAD: 26 TEUR/Jahr (Annahme, nicht finalisiert)</li> </ul>	

Abbildung 36: Szenarien für die zukünftige Entwicklung von LieferradDA

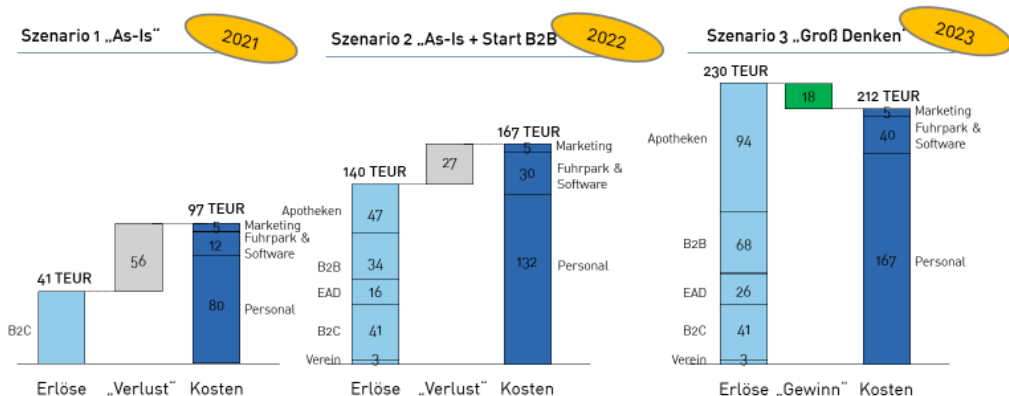
Szenario 1 „As-Is“ entspricht dem bisherigen Fokus von LieferradDA auf dem Einzelhandelsgeschäft. Es wird angenommen, dass 35 Pakete/Tag ausgeliefert werden. Dies entspricht einer Nachmittagstour. Die hohen Fixkosten können nur auf eine kleine Anzahl Pakete verteilt werden und führt bei angenommenen Preisen von 4,50 Euro/Paket zu einem jährlichen Verlust von 56.000 Euro.

Szenario 2 „As-Is + Start B2B“ umfasst neben dem Einzelhandelsgeschäft wie in Szenario 1 zusätzlich erste Auslieferungen im B2B-Bereich. Dabei wird angenommen, dass ein Bürowarenhändler akquiriert wird und für Apotheken 40 Pakete/Tag ausgeliefert werden. Zusätzlich werden 50% der Abholungen von Altglas vom EAD übernommen und 2 Kindertagesstätten und Schulen mittags mit Essen beliefert. Dies führt zu insgesamt 4 Halbtagestouren.

Bei Szenario 3 „Groß denken“ werden die Aktivitäten im B2B-Bereich noch weiter ausgebaut. Ein weiterer Bürowarenhändler wird hinzugewonnen, 40 weitere Pakete/Tag für Apotheken ausgeliefert und 2 weitere Kindertagesstätten/Schulen mit Essen beliefert. Dies führt zu 6 Halbtagestouren, die durchgeführt werden.

In Abbildung 37 werden die Gewinne und Verluste der einzelnen Szenarien dargestellt. Erst ab Szenario 3 wird ein ausreichend hohes Sendungsaufkommen generiert, um profitabel zu sein.

## Business Plan – Ergebnisse der drei Szenarien



h\_da

5

Abbildung 37: Gewinne und Verluste der entwickelten Szenarien

## 7 Kommunikation, Marketing und Integration

### 7.1 Öffentlichkeitsarbeit für das Projekt

Das Team um LieferradDA nahm an verschiedenen Veranstaltungen teil, um auf das Projekt aufmerksam zu machen und sich mit Interessierten auszutauschen:

- #logistikmittwoch (Juni 2021)
- Fahrradaktionstag in Darmstadt (September 2021)
- Umwelt- und Familientag des EAD (September 2021)
- 2. Nationale Radlogistikkonferenz (September 2021)
- Öffentliche Ringvorlesung der Hochschule Darmstadt: Herausforderung Nachhaltige Entwicklung (November 2021)
- "Austausch Stadt und Handel" des Handelsverbands Hessen e.V. (November 2021)

## 8 Fazit und Ausblick

In der zweiten Projektphase konnten nicht die Sendungszahlen stabilisiert werden, obwohl sich die Corona-Situation entschärfte und Einschränkungen des täglichen Lebens zurückgenommen wurden. Eine deutliche Steigerung des Sendungsaufkommens gelang leider nicht, unter anderem weil einige potenzielle Kunden sich zurückzogen (Verlegung eines Depots aus dem Stadtgebiet von Darmstadt), andere weiterhin mit eigenen Kurieren auslieferten (Buchhandlung Lesezeichen) und die Nachfrage privater Kundinnen und Kunden niedrig blieb.

Andererseits konnte der Dienst breiter aufgestellt werden, u. a. wurde Essen an Kindertagesstätten ausgeliefert, Mehrwegbecher transportiert, Wertstoffe eingesammelt und der Kreislaufwirtschaft zugeführt, Lieferungen für Apotheken transportiert und mehr. Für einen eigenwirtschaftlichen Betrieb sind diese Geschäftsfelder jedoch noch deutlich auszuweiten.

Es wurde ein Geschäftsmodell mit mehreren Ausbaustufen entwickelt. Hierbei zeigt sich, dass die Wirtschaftlichkeit bei etwa 35.000 Paketen im Jahr erreicht wird (derzeit liegt das Sendungsaufkommen unter 10.000 Paketen im Jahr). Es sind also noch deutliche Anstrengungen bis zur Wirtschaftlichkeit erforderlich. Hierfür wurden die Aktivitäten nach Ende der Förderzeit (Dezember 2021) deutlich verstärkt.

Im Rahmen der zweiten Projektphase wurden verfügbare Softwareprodukte für Sendungsbeauftragung, Abrechnung, Tourenplanung und Routing systematisch bewertet. Es zeigte sich, dass die für einen lokalen Lieferdienst preislich erschwinglichen Produkte nicht vollumfänglich die Anforderungen erfüllen. Auch fehlt noch ein geeignetes Routing für (Schwer-)Lastenräder. Mehrere Anbieter haben sich jedoch auf diesen Markt spezialisiert, so dass in Zukunft mit einer Verbesserung der Produkte zu rechnen ist.

Auch wurden weitere Schwerlastenräder auf ihre Eignung geprüft. Der Markt der Schwerlastenräder ist sehr dynamisch, so dass auch hier mit einer kontinuierlichen Verbesserung des Angebots und einer Senkung der derzeit noch sehr hohen Preise zu rechnen ist. Bereits jetzt stehen geeignete Lastenräder für Lieferdienste zur Verfügung. Schwerlastenräder sind erst recht kurz auf dem Markt. Teilweise handelt es sich um Prototypen, die noch mit Kinderkrankheiten zu kämpfen haben. Mit den verfügbaren Lastenrädern lassen sich große Sendungsmengen (bis 200 kg Zuladung), sperrige Güter (bis 2 m<sup>3</sup>) und mehrstufige Belieferungsformen mit Wechselcontainern problemlos darstellen.

Das Projekt untersuchte auch mögliche Betriebsformen für den Lieferdienst. Da ein gewinnorientierter Betrieb nicht vollumfänglich die Projektziele zum Nutzen der Allgemeinheit sicherstellen würde, erscheint ein Verein oder eine andere, geeignete Organisationsform unter Einbindung der interessierten Akteure (auch aus der Stadtwirtschaft und der Stadt selbst) vielversprechend um den maximalen Nutzen

zu erreichen. Dadurch ließe sich auch sicherstellen, dass LieferradDA als Reallabor bestehen bleibt, um weitere Anwendungsbereiche für den Einsatz von Lastenrädern erproben und durch die beteiligten Hochschulen evaluieren zu können.



## I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Ausgelieferte Sendungen pro Monat 2020 und 2021 .....	7
Abbildung 2 Verteilung der Zieladressen der Sendungen nach PLZ.....	8
Abbildung 3: Programmoberfläche von Tiramizoo .....	13
Abbildung 4: Programmoberfläche von TrackPOD .....	14
Abbildung 5: Kundenportal TrackPOD.....	15
Abbildung 6: RYTLE MovR mit Container im Design von LieferradDA (Foto: Marc Lovric) .....	25
Abbildung 7: RYTLE MovR mit Container im Design von LieferradDA (Foto: Sebastian Bruns) .....	26
Abbildung 8: Bedienelemente RYTLE MovR (Foto: Jendrik Seibert) .....	28
Abbildung 9: Belieferung von KiTa mit warmer Verpflegung per RYTLE MovR (Foto: Fabian Rippert) .....	28
Abbildung 10: Schaden Vorderrad RYTLE MovR .....	30
Abbildung 11: ONO im Design von LieferradDA 1 (Foto: Ewald Breit).....	31
Abbildung 12: ONO im Design von LieferradDA 2 (Foto: Ewald Breit).....	31
Abbildung 13: Bedienelemente ONO E-Cargobike .....	33
Abbildung 14 LieferradDA auf der 50-Jahr-Feier der Frankfurt University of Applied Sciences.....	35
Abbildung 15 Hessische Ministerin für Wissenschaft und Kunst, Angela Dorn, vor ONO .....	35
Abbildung 16: Radkutsche „Musketier“ im Design von LieferradDA 1 .....	36
Abbildung 17: Radkutsche „Musketier“ im Design von LieferradDA 2.....	37
Abbildung 18: Lenker mit Steuerelementen – Radkutsche Musketier (Foto: Jendrik Seibert).....	38
Abbildung 19: Load 75 von R&M im Design von LieferradDA 1 .....	39
Abbildung 20: Load 75 von R&M im Design von LieferradDA 2.....	40
Abbildung 21: Bedienelemente Load 75 (Foto: Fabian Rippert) .....	41
Abbildung 22	47
Abbildung 23: Potentielle Kundengruppen von LieferradDA .....	50
Abbildung 24: Transportanforderungen des Einzelhandels.....	52
Abbildung 25: Transportanforderungen des Bürowarenhandels .....	53
Abbildung 26: Transportanforderungen der Apotheken .....	54
Abbildung 27 Transportanforderungen der Unternehmen mit mehreren innerstädtischen Standorten.....	54
Abbildung 28: Thermoporte und Styroporboxen in Container des RYTLE MOV R .....	56
Abbildung 29: Transportanforderungen der Gemeinschaftsverpflegung .....	56
Abbildung 30: Altglas im Container des ONO E-Cargobikes.....	58

Abbildung 31: Transportanforderungen der Entsorgungsbetriebe.....	58
Abbildung 32: Kundenforderungen vs. Fähigkeiten von LieferradDA.....	61
Abbildung 33: Kostenstruktur LieferradDA (basierend auf Sz. 1).....	63
Abbildung 34: Kostendegression LieferradDA (basierend auf Sz. 1) .....	63
Abbildung 35: Szenarien für die zukünftige Entwicklung von LieferradDA .....	64
Abbildung 36: Gewinne und Verluste der entwickelten Szenarien .....	65

## II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Forschungsfragen zum Betrieb des Lastenraddienstes.....	2
Tabelle 2: Forschungsfragen zur Organisationsform .....	3
Tabelle 3: Forschungsfragen zu Wirtschaftlichkeit, Kosten, Einnahmemodellen.....	3
Tabelle 4: Forschungsfragen zu Kommunikation, Marketing und Integration .....	4
Tabelle 5: Forschungsfragen zu Haftung und allgemeinen Geschäftsbedingungen .... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
Tabelle 6: Forschungsfragen zum Beitrag zu Nachhaltiger Entwicklung und Übertragbarkeit..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
Tabelle 7 Wichtigste Lastenradtypen im Wirtschaftsverkehr (Gruber 2021, 13).....	22
Tabelle 8: Technische Kennwerte – RYTLE MovR.....	26
Tabelle 9: Technische Kennwerte – ONO E-Cargobike.....	31
Tabelle 10: Technische Kennwerte – Radkutsche Musketier.....	37
Tabelle 11: Technische Kennwerte Riese und Müller Load 75 .....	40
Tabelle 12: Kriterien des Anforderungsprofils.....	51
Tabelle 13: Erfüllungszeiten Gemeinschaftsverpflegung .....	55

### III. Abkürzungsverzeichnis

HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
KEP	Kurier-Express-Paket
LOOP	Logistische Optimierung der City-Belieferung mit Lastenrädern
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ReLUT	Research Lab for Urban Transport
s:ne	Systeminnovation für Nachhaltige Entwicklung

## IV. Literaturverzeichnis

Bersch, Ann-Kathrin, Interview geführt von Jana Stahl. *Historie LieferradDA* (18. August 2020).

Bersch, Ann-Kathrin, und Jana Stahl. „Akteur\*innenbetrachtung - Veränderte Konsuminfrastrukturen.“ Darmstadt, 2020.

Bogdanski, Ralf. „PedeListics - Studie über die Möglichkeiten und notwendigen Rahmenbedingungen am Beispiel der Städte Nürnberg und Frankfurt am Main.“ Herausgeber: Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. 2015. <https://www.c-na.de/de/pedelistics/download/> (Zugriff am 01. September 2020).

Bogdanski, Ralf, Marius Bayer, und Markus Seidenkranz. „Pilotprojekt zur Nachhaltigen Stadtlogistik durch KEP-Dienste mit dem Mikro-Depot-Konzept auf dem Gebiet der Stadt Nürnberg.“ 2018.

Bundesamt für Güterverkehr. „Auswertung der Arbeitsbedingungen in Güterverkehr und Logistik 2019-II Berufe der Lagerwirtschaft, Berufe für Post- und Zustelldienste.“ 17. Januar 2020. [https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Turnusberichte\\_Arbeitsbedingungen/AGL\\_2019-II.html?nn=104052](https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Marktbeobachtung/Turnusberichte_Arbeitsbedingungen/AGL_2019-II.html?nn=104052) (Zugriff am 09. September 2020).

Deutsche Post DHL Group. „Die Zukunft der Logistik immer wieder neu erfinden.“ Geschäftsbericht, 2016.

Esser, Klaus, und Judith Kurthe. *KEP-Studie 2020 – Analyse des Marktes in Deutschland*. Studie, Köln: Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK), 2020.

Gancarz, Eva. *Kreative Ideen im Einzelhandel in Zeiten von Corona*. 29. März 2020. <https://zukunfdeseinkaufens.de/kreativen-ideen-im-einzelhandel-in-zeiten-von-corona/> (Zugriff am 16. April 2020).

Hanß, Daniel, und Charis Stoica. *Befragungsergebnisse Lokaler Onlineshop*. April 2019. <https://buergerpanel.h-da.de/ergebnisse/befragungsergebnisse-lokaler-onlineshop/> (Zugriff am 21. April 2020).

Heinemann, Gerrit. *Die Neuerfindung des stationären Einzelhandels*. Wiesbaden: Springer Gabler, 2017.

Heinhaus, Anke. Anfrage HR - Rückmeldung Lokale Lieferdienste auf dem Vormarsch | mex. 02. 11 2020.

Heinz, Carina, Interview geführt von Jana Stahl. *Erfahrungsaustausch Cargovelo* (14. 11 2020).

- Hessische Landeregierung. „Verordnungen und Allgemeinverfügungen.“ *Corona-Maßnahmen auf einen Blick*. 26. Mai 2020b. <https://www.hessen.de/fuer-buerger/corona-hessen/verordnungen-und-allgemeinverfuegungen> (Zugriff am 07. Juli 2020).
- Hessische Landesregierung. „Vierte Verordnung zur Bekämpfung des Corona-Virus.“ 17. März 2020a. [https://www.hessen.de/sites/default/files/media/lesefassung4.corona\\_vo\\_0.pdf](https://www.hessen.de/sites/default/files/media/lesefassung4.corona_vo_0.pdf) (Zugriff am 16. April 2020).
- HMUKLIV. „Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - Luftreinhaltung.“ 3. *Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Darmstadt*. 1. April 2019. <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/luft-laerm-licht/luftreinhalteplanung> (Zugriff am 22. Juni 2020).
- HMUKLIV. „Luftreinhaltung - Einigung im Verfahren zur Luftreinhaltung in Darmstadt.“ 14. Dezember 2018. <https://www.hessen.de/pressearchiv/pressemitteilung/einigung-im-verfahren-zur-luftreinhaltung-darmstadt> (Zugriff am 26. Juni 2020).
- Hoch, Oliver. *Zukunft-de – Elektrifizierung des Zustellverkehrs*. 2020. <https://www.now-gmbh.de/projektfinder/zukunft-de/> (Zugriff am 25. 01 2021).
- Hochschule Darmstadt FBG - Ökologie. *h-da | fbg ökologie*. 2019. Oktober 2019. <https://designoekologie.com/2019/10/14/workshop-2/> (Zugriff am 20. August 2020).
- Leerkamp, Bert, und Tim Holthaus. *Logistische Optimierung der City-Belieferung mit Lastenrädern (LOOP)*. 18. September 2018. <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/logistische-optimierung-der-city-belieferung-mit>.
- Lehmann, Karen, und Catrin Stork. „Protokoll vom 17.12.2018 - s:ne Salongespräche/“Nachhaltig Digital? Mobil in Darmstadt“ .“ Darmstadt, 2018.
- Lücke, Michael, Interview geführt von Jana Stahl. *Erfahrungsaustausch LOUISE* (23. 11 2020).
- Nold, Björn, Emre Kececi, Florian Treiber, Lena Hanst, Octavia Sagel, und Vanessa Stix. „„Unter welchen Rahmenbedingungen sollte ein Lastenrad-basiertes Auslieferungskonzept in Darmstadt etabliert werden?“.“ Wissenschaftliche Arbeit im Fach Management von Logistikprojekten an der Hochschule Darmstadt, Fachbereich Wirtschaft. , Darmstadt, 2020.

- Purucker, Sara. „Skalierung des Belieferungskonzeptes per Lastenrad im Rahmen des Forschungsprojektes LieferradDA.“ Bachelorarbeit, Mainz, 2020.
- Scholz & Volkmer GmbH. *Kiezkaufhaus Wiesbaden*. 2021. <https://wiesbaden.kiezkaufhaus.de/ueberuns> (Zugriff am 25. 01 2021).
- Stahl, Jana. „Lastenradbasiertes Belieferungskonzept für die Wissenschaftsstadt Darmstadt.“ Darmstadt, 2020.
- Volkmer, Michael, Interview geführt von Jana Stahl. *Austausch Kiezkaufhaus und LieferradDA* (03. Juli 2020).
- Werbegemeinschaft Mainz e.V. *Mainz gebracht – Local Delivery Service*. 18. März 2020. <https://werbegemeinschaft-mainz.de/coronavirus-2-2/> (Zugriff am 02. August 2020).

## **V. Anhänge**



Anhang 1: Starterpaket LieferradDA