

Conrad, Alexander

Working Paper

Nutzung und Nutzen wohnortnaher Paketdepots im ländlichen Raum als Teil einer smarten Logistik - Modellierung und erste Empirie

Suggested Citation: Conrad, Alexander (2022) : Nutzung und Nutzen wohnortnaher Paketdepots im ländlichen Raum als Teil einer smarten Logistik - Modellierung und erste Empirie, ZBW - Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/253367>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

**Nutzung und Nutzen wohnortnaher Paketdepots im ländlichen Raum
als Teil einer smarten Logistik**

-

Modellierung und erste Empirie

Alexander Conrad*

* Professor für Volkswirtschaftslehre, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Fachbereich Nachhaltige Wirtschaft, aconrad@hnee.de

Zusammenfassung

Im Mittelpunkt des Papiers steht die Untersuchung der Nutzung und des Nutzens wohnortnaher Paketdepots im ländlichen Raum. Neben ökonomischen werden auch soziale und ökologische Aspekte der Nutzung einbezogen. Hierzu wird ein mathematisches Modell entwickelt und präsentiert. Ziel ist, die (theoretischen) Bedingungen herauszufinden, die für die Nutzung von Depots vor allem in ländlichen Gebieten entscheidend sind. Die Ergebnisse der Modellierung zeigen, dass der Einsatz (Nutzen) von wohnortnahen Paketdepots von (mindestens) vier Faktoren abhängt: Erstens von der durchschnittlichen Entfernung in der Region, die ein Verbraucher bzw. eine Verbraucherin zurücklegen muss, um ein Produkt zu kaufen. Zweitens von der Anzahl der Paketshops in der Region. Drittens von der durchschnittlichen Wahrscheinlichkeit, dass der Paketdienst einen Verbraucher bzw. eine Verbraucherin zu Hause antrifft, um ein Produkt auszuliefern und viertens von den Mobilitätskosten, die mit der Überwindung von Entfernungen in der Region in Verbindung stehen. Da bis heute keine ländlichen Regionen bekannt sind, in denen wohnortnahe Paketdepots vorkommen, ist die Möglichkeit zur Überprüfung der Modellvorhersagen begrenzt. Um aber dennoch eine Verbindung zur Lebensrealität in ländlichen Regionen herzustellen, wurde die Modellierung exemplarisch an einer Region (Landkreis Uckermark / Land Brandenburg) getestet. In der Summe zeigt sich, dass sich der Nutzen und hiernach die Nutzung wohnortnaher Depots allein mit Blick auf ökonomische Aspekte (z.B. Einsparung von Mobilitätskosten) nur in bestimmten Regionen als attraktiv bzw. vorteilhaft erweist. Da die Ergebnisse von der Art der Modellierung und der geringen Datenlage abhängen, werden schließlich Ansätze für eine weitere Beforschung unterbreitet.

JEL-Klassifikation: I30, L84, R11, R12, R20

Schlagwörter: Versorgungssystem, Smart Logistics, Nachhaltigkeit, ländlicher Raum, Regionalökonomie

Abstract

The paper focuses on the use and benefits of residence-based parcel depots. In addition to economic aspects, social and ecological aspects of using this kind of depots are included. For this purpose, a mathematical model is developed and presented. The aim is to find out the (theoretical) conditions that are crucial for the use of residence-based parcel depots especially in rural areas. The results show that the use (utility) of the depots depends on (at least) four factors: First, on the average distance in the region that a consumer has to travel to buy a product. Second, the number of parcel stores in the region. Third, the average probability that the parcel service will find a consumer at home to deliver a product, and fourth, from the mobility costs associated with traveling distances in the region. The ability to test the model predictions is limited. The reason is, that until to date there are no known rural regions with residence-based parcel depots. However, in order to establish a connection to the reality of life in rural regions, the modeling was tested using one region as an example (the district of Uckermark in the state of Brandenburg in Germany). All in all, the results show that the use of residence-based parcel depots is only attractive or advantageous in certain regions with regard to economic aspects (e.g. saving of mobility costs). Because this result depend on the type of modeling and the limitation of available data, approaches for further research are proposed.

1 Einleitung

Demographischer Wandel, Digitalisierung, Nachhaltigkeit - es sind diese Megatrends, die das Leben und die Versorgung in der Fläche vor Herausforderungen stellen. Infolge des demographischen Wandels dünnen Regionen aus, sie verlieren Einwohner und mit diesen Kaufkraft und Angebote. Mit der Halbierung der Einwohnerdichte verdoppeln sich die Versorgungskosten - so eine Faustformel, die eine relevante Auswirkung des demographischen Wandels auf die wirtschaftliche Situation privater und vor allem regional verankerte öffentliche Anbieter aufzeigt.¹ Der Rückbau der Filialnetze der Post, der Sparkassen und Volksbanken (vgl. Conrad et al. 2018), das Reduzieren des Fahrangebots des ÖPNV², die Konzentration des Einzelhandels auf die Städte (vgl. Kokorsch / Küpper 2019), Landkreis-, Gemeindegebiets- oder auch Verwaltungsreformen sind Reaktionen (vgl. Haug / Illy 2011, Kuhlmann et al. 2017). Sie sollen die Tragfähigkeit der Versorgungsstrukturen sichern, stehen aber im Verdacht, vielerorts zum weiteren Rückzug³ aus der Fläche beizutragen (vgl. Michelsen / Rosenfeld 2015, Blesse / Rösel 2017).

Die Digitalisierung soll Abhilfe schaffen und die Versorgung in der Fläche sichern bzw. sie soll zur Sicherung der Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse in allen Regionen des Bundesgebiets beitragen (vgl. Trapp / Swarat 2015, Williger / Wojtech 2018, Dähler et al. 2019). Die Realität: In vielen Regionen zeigt sich jedoch - mit Blick auf die technische Komponente des Lösungsansatzes - eine digitale Kluft, d.h. der Zugang zum Netz ist schlecht ausgebaut. Die Nutzung digitaler Angebote wird dadurch erschwert. Mit Blick auf die menschliche Komponente der Lösung wird deutlich, dass gerade für ländliche, schrumpfende, strukturschwache Regionen das Risiko einer digitalen Kluft besteht. Es geht auf eine unterdurchschnittliche Motivation und Kompetenz der Einwohner zurück, digitale Angebote zu nutzen (vgl. Conrad et al. 2019). Die Potenziale der Digitalisierung für eine nachhaltige Versorgung der Menschen im ländlichen Raum bleiben weitgehend ungehoben.

Klimawandel, rückläufige Biodiversität, deutlicher werdende Schwächen eines auf (ständiges) Wachstum ausgerichteten Wirtschaftssystems (usw.) führen zu Nachhaltigkeitsbestrebungen, die auch den ländlichen Raum betreffen: Die Rückbesinnung auf ein gutes Leben auf dem Land mit Ernährung aus nachhaltiger Produktion, Kreislaufwirt-

¹Vgl. Siedentop et al. 2006, Schiller 2010, Schreier 2014 und Frei et al. 2018 zum Zusammenhang zwischen Entwicklung der Einwohnerdichte und Versorgungskosten pro Kopf.

²Vgl. hierzu z.B. Beeskow 2014, Riesner 2014, König 2019.

³Wenn auch nicht immer physisch, dann aber mental in dem Sinne, dass die Beteiligung der Einwohner an der kommunalen Selbstverwaltung zurückgeht.

schaft, Relokalisierung und resilienten Gemeinschaften, fördern auch die Überlegungen zu entsprechenden Versorgungssystemen (vgl. Folgart 2017). Gesucht werden Lösungen, um nachhaltige Wertschöpfung bzw. Wertschöpfungsnetze in der Region zu fördern und die dafür notwendigen Infrastrukturen zu schaffen, die selbst die Ansprüche der Nachhaltigkeit hinsichtlich verschiedener ökologischer, sozialer sowie ökonomischer Aspekte erfüllen (vgl. Bundesregierung 2020, S. 54).

Hier setzen die Konzepte aus dem Bereich Smart Logistics an (vgl. Uckelmann 2008, Korczak / Kijewska 2019, Faulin et al. 2019, SMILE 2019). Sie fragen danach, wie sich physische und digitale Ansätze kombinieren lassen, wie ÖPNV, MIV und andere Verkehre synchronisiert werden und wie in ausgedünnten Regionen tragfähige, attraktive Logistik-Infrastrukturen entstehen können - als Basis einer nachhaltigen Versorgung der Fläche bzw. eines guten Lebens auf dem Land und als Reaktion auf den demografischen Wandel, die fortgesetzte Digitalisierung usw.

Das wohnortbezogene oder zumindest wohnortnahe Liefern (und auch Rücksenden) von Waren und Leistungen kann als Teil eines Smart Logistics Ansatzes verstanden werden und in diesem Zusammenhang ist vor allem die effiziente Organisation der letzten Meile, die einen Großteil der ökologischen und ökonomischen Kosten produziert, von erheblicher Bedeutung (vgl. Clausen et al. 2016).

Bisherige Lösungen überzeugen technisch - und in der Perspektive, dass sie auf eine hinreichende Nachfrage stoßen auch ökonomisch. Sie zeigen, wie durch Kombination digitaler und physischer Ansätze neue Infrastrukturen entstehen (vgl. SMILE 2019). Allein: Der Nachweis, dass die Menschen, deren Versorgung bzw. Lebensqualität mit diesen Ansätzen verbessert werden soll, diese auch annehmen, steht noch aus.

Was sind also die Voraussetzungen dafür, dass für die bzw. im Rahmen der Organisation der Versorgung ein wohnortnahe Depot genutzt wird?

Das vorliegende Papier versucht sich dieser Frage zu nähern und betrachtet dazu einen konkreten Aspekt: Im Mittelpunkt steht der Nutzen wohnortnaher Depots. Ziel ist, zu zeigen, unter welchen Bedingungen wohnortnahe Depots ein tragfähiger Baustein eines Smart Logistik Ansatzes sein könnten.

Das Papier ist hierfür wie folgt aufgebaut. Im ersten Schritt wird der Stand der Forschung vorgestellt. Hierin wird einerseits auf die Forschung zur Versorgung des ländlichen Raums und andererseits auf die Forschung zu Smart Logistics eingegangen. Anschließend wird im Kapitel drei ein Modell präsentiert, mit dem Hinweise auf begünstigende und hemmende Faktoren der Nutzung wohnortnaher Depots abgeleitet werden können. Kapitel vier leitet aus dem Modell Hypothesen ab und macht Vorschläge, wie diese überprüft werden könnten. Im Kapitel fünf wird mit Bezug zu einer Modellregion einige Empirie

präsentiert. Das Kapitel sechs führt schließlich die Untersuchungsergebnisse zusammen und unterbreitet Vorschläge für weiterführende Untersuchungen.

2 Stand der Forschung

2.1 Versorgung des ländlichen Raums

90% der Gebiete Deutschlands können als ländliche Regionen bezeichnet werden. Der ländliche Raum bindet rd. 25% der Kaufkraft und stellt damit einen wichtigen Absatzmarkt dar. Allerdings ist er nur gering besiedelt, was Logistiksysteme mit Blick auf deren Wirtschaftlichkeit vor Herausforderungen stellt (vgl. Merlin / Bickert 2020, S. 81). Rund 70% der ländlichen Regionen weisen zudem Bevölkerungsstagnation oder Schrumpfung (ca. 50%) auf, was sich auf die Sicherung der Daseinsvorsorge (Versorgung, Bildung, Gesundheit, Kultur usw.) auswirkt (eigene Berechnung auf Basis von BBSR 2019).

Der Zugang zu physischen Infrastrukturen, wie dem ÖPNV, kann in den meisten ländlichen Regionen als kritisch beurteilt werden. Nach bereits deutlicher Konsolidierung des Liniennetzes in der Vergangenheit müssen z.B. in der Uckermark bis 2019 – gemäß Auflage des Landes Brandenburgs – weitere 500 Tsd. Kilometer Fahrtstrecke eingespart werden (Skoupy 2016). Die öffentlichen Verkehrsbetriebe stehen unter erheblichem Anpassungsdruck, um das rollende Material (ihre Busse) besser auszulasten und an die neuen Bedarfe und Vorgaben anzupassen. Ansätze wie „Soziale Logistik - UCKER Warentakt“ (siehe region 4.0 2022) zielen darauf, das bislang praktizierte Szenario einer „optimierten Vorhaltung von Logistik und Mobilität“ im Kontext der demografischen Anpassung und Digitalisierung durch ein Szenario der „Logistikermöglichkeit“ zu ergänzen, indem durch den zentralen regionalen Mobilitätsdienstleister (kommunale Verkehrsgesellschaft) basierend auf seinem regionalen Logistik- und Mobilitätswissen existierende gewerbliche und private Verkehre eingebunden werden. So sollen kooperative Transport- und Lagerlösungen für die Grundversorgung mit Waren des täglichen Bedarfs auf der letzten Meile entstehen. Ein großer Teil Menschen pendelt täglich zur Arbeit raus aus den ländlichen Regionen (z.B. aus der Uckermark nach Berlin). Gegenläufig „pendeln“ Pakete mithilfe der KEPs (Kurier-, Express- und Paketdienstleister) in die ländlichen Regionen hinein und ergänzen die Versorgung vor Ort. Hochwertige regionale Produkte gelangen wiederum mithilfe der KEPs aus der Region in die Großstädte. Die Anzahl Paketsendungen pro Kopf im ländlichen Raum (bzw. in den Flächenländern) liegt leicht unter dem Bundesdurchschnitt (vgl. BIEK 2018). Der Aufwand zur Belieferung auf der letzten Meile kann mehr als 50% der Gesamtkosten ausmachen (vgl. Brabänder 2020, S. 34). Gleichzeitig

gibt es viele Leer- bzw. so genannte „Soda“-Fahrten.

Effiziente Logistiklösungen für den ländlichen Raum sind daher wichtig, um die Daseinsvorsorge aufrechterhalten und ertüchtigen zu können (vgl. Schroth et al. 2021, S. 13f., Krüger / Lüer 2020, S. 29). Die Digitalisierung kann hierbei einen Beitrag leisten (Williger und Wojtech 2018). Projekte wie „Smart Countryside“, „Smart rural areas“, „Digitales Dorf Bayern“ verdeutlichen dies. Troeger-Weiß und Anslinger (2015) zeigen in diesem Zusammenhang, dass Digitalisierung dazu beitragen kann, regionale Unternehmen besser zu vernetzen, was die lokale und regionale Wertschöpfung, Wettbewerbsfähigkeit usw. erhöhen kann. Williger und Wojtech (2018) machen zudem deutlich, dass die Digitalisierung und die Möglichkeiten des digitalen Vertriebs das Leistungsangebot flexibilisieren und die Reichweite der Angebote deutlich erweitern können. Transportkostennachteile (vgl. Bauer 2009, S. 98), die sich aufgrund großer Distanzen in den ländlichen Regionen ergeben, können in der Folge reduziert werden. Regionale Logistikansätze werden wirtschaftlich.

2.2 Ansätze im Bereich Smart Logistics

Schäfer et al. (2016), Schäfer und König (2019) sowie Kolar et al. (2018) machen deutlich, dass Ansätze der smarten Logistik bzw. Micro Logistics, die digitale und physische Angebote verknüpfen, dazu beitragen können, „Potenziale in der überbetrieblichen Zusammenarbeit zu heben und damit einerseits Wachstum auf Seiten der regionalen Erzeuger, andererseits eine Verbesserung der Nahversorgung auf Seiten der Verbraucher hervorzu bringen“. Dabei ist zu beachten, dass der Erfolg der Einbindung von unterschiedlichen Akteuren in ein System der smarten bzw. Micro Logistik den richtigen Incentivierungsansätzen abhängt. Die Forschung hierzu ist allerdings begrenzt. In verschiedenen ländlichen Regionen existieren erste Ansätze von Pilotprojekten, die den Einsatz digitaler Instrumente für effizientere logistische Lösungen für den Transport von Lebensmitteln erproben.

Das Projekt LandLogistik verfolgt das Ziel, eine standardisierte Informations- und Dispositionssoftware zu entwickeln, um Güter- und Personenverkehre zu vernetzen und zu optimieren (vgl. LandLogistik 2022). Das Projekt Kombibus stellt auf die Verknüpfung von Personen- und Warentransporten im Bereich des ÖPNV ab (vgl. MIL Brandenburg 2022). Mit dem Kombi Förderansatz können Kombibus Lösungen in Brandenburg und Thüringen ausgerollt werden (vgl. LBV Brandenburg 2016). Im Rahmen des Projekts NexTrust (EU-Ebene) stehen Ansätze zur Entwicklung einer nachhaltigen Logistik auf Basis belastbarer Kooperationsnetzwerke, Transportbündelungen, Vermeidung von Leerfahrten zur Einsparung von Kosten und Reduktion negativer Umweltbelastungen im

Mittelpunkt (Boostlog 2021). Weitere Pilotprojekte sind: Dorfgemeinschaft 2.0 (Region südliches Emsland, vgl. Seeling et al. 2021) – hier steht ein Konzept zur Digitalisierung eines Dorfladens im Mittelpunkt, Logistik bzw. innovative Lieferdienste werden am Rande mitgedacht; Landpost (vgl. Buchen 2018) – hier testet die Deutsche Post die Lieferung von Lebensmitteln, Bargeld und Briefmarken; Digitales Dorf Bayern (vgl. Digitales Dorf 2022) – im Rahmen des Projekts wird ein mobiler Dorfladen getestet; Intelligente Marktplätze (vgl. BMWK 2019) – hier sollen APP-basierte regionale Bestell- und Liefernetzwerke entstehen und die Versorgung im ländlichen Raum verbessern.

Bisher liegt jedoch kein erfolgreiches, skalierbares Modell vor und auch keines, das explizit die Nutzung wohnortnaher Paketdepots im ländlichen Raum vorsieht.

3 Modellierung

Nachfolgend wird ein Entscheidungsmodell vorgestellt. Es soll zeigen, unter welchen Bedingungen private Haushalte wohnortnahe Paketdepots nutzen und daraus abgeleitet, welcher Gesamtnutzen (ökologisch, sozial und ökonomisch) aus der Bereitstellung / Verwendung von wohnortnahen Paketdepots entstehen könnte.

Dazu werden ausgehend von der Situation, dass ein Produkt P gekauft werden soll, drei alternative Beschaffungswege modelliert und verglichen.

- Direktkauf: Der private Haushalt A fährt mit dem eigenen PKW oder dem Bus (oder anderen Verkehrsmitteln) vom Wohnort zum Verkaufsort H , besichtigt und erwirbt dort P und fährt wieder zurück nach Hause.
- Online-Bestellung und Lieferdienst: A bestellt P online und lässt sich P über einen Lieferdienst (Kurier-, Express-, Paketdienstleister) zuschicken. Trifft der Lieferdienst A nicht an, liefert er P im nächstgelegenen Paketshop S ab. A muss es dann von dort abholen. Da A die Eigenschaften von P nicht direkt beurteilen kann, bestellt er mehrere Varianten von P . Eine Variante behält A . Die übrigen Varianten schickt A über S an den Online-Händler zurück.
- Online-Bestellung und Nutzung eines wohnortnahen Depots: A bestellt P online, lässt sich P zuschicken und in ein wohnortnahes Paketdepot D ausliefern. Es gilt wieder, dass A mehrere Varianten von P bestellt, eine Variante behält und die restlichen Varianten unter Nutzung von D zurücksendet.

3.1 Direktkauf

Zuerst wird der Direktkauf formuliert: Es wird angenommen, dass die Distanz zwischen A und Verkaufsort H gerade L beträgt und dass die Mobilitätskosten pro Distanzeinheit α betragen. Wird der Kaufpreis von P auf 1 gesetzt, ergeben sich folgende Nachfragekosten:

$$K_1 = 2L\alpha \tag{1}$$

Dabei kann L auch umfassen, dass mehrere Verkaufsorte aufgesucht werden müssen, bis P gefunden und erworben werden kann. Außerdem können die Mobilitätskosten α differieren, je nachdem, welche Zielgruppe und Siedlungsstruktur betrachtet wird.

3.2 Online-Bestellung und Lieferdienst

Die Zustellung einer Online-Bestellung stellt sich komplexer dar. Es wird angenommen, dass beliebig viele Varianten von P (von wo auch immer) für eine Gebühr r durch einen Lieferdienst zugestellt werden können. Außerdem wird angenommen, dass der Lieferdienst den Kunden A mit einer Wahrscheinlichkeit von w zu Hause antrifft und P zustellen kann. Mit der Wahrscheinlichkeit $1 - w$ tritt dieser Fall entsprechend nicht ein und der Lieferdienst gibt P im nächsten Paketshop S ab.

Wie weiter oben beschrieben, behält A eine Variante von P und sendet die übrigen über S zurück.

Für die Fahrten zum Paketshop S fallen Mobilitätskosten an. Die Mobilitätskosten werden analog zu jenen des Direktkaufs modelliert. Unter Einbeziehung von w bedeutet dies, dass durchschnittlich folgende Fahrten - und hiernach Mobilitätskosten - anfallen:

A muss den Paketshop $(1 - w) + 1$ bzw. $2 - w$ Mal anfahren (es fällt jeweils eine Hin- und Rückfahrt an) um P in Empfang zu nehmen und die übrigen Varianten von P zurückzusenden.⁴

Die Entfernung zwischen A und S soll $L\beta$ betragen (mit $0 \leq \beta \leq 1$).

Da das Bestellen, Liefern, Empfangen usw. Zeit benötigt, kann ebenfalls zur besseren Vergleichbarkeit von Direktkauf und Zustellung angenommen werden, dass mit der Online-Bestellung Opportunitätskosten der Zeit verbunden sind, die sich ergeben aus $t\gamma$

⁴Alternativ könnte angenommen werden, dass A jeweils nur eine Variante von P bestellt, diese zurücksendet, wenn sie nicht gefällt und diesen Vorgang solange wiederholt, bis die passende Variante von P gefunden wurde. Diese Alternative könnte über eine Rücksendewahrscheinlichkeit modelliert werden. Die Mobilitätskosten würden hiernach nicht nur von w , sondern auch von dieser Rücksendewahrscheinlichkeit abhängen.

mit t , der Zeitspanne, die es braucht, bis P bei A eingetroffen ist (bzw. bei S abgeholt wurde) und bis die übrigen Varianten in S schließlich abgegeben wurden. γ stellen die Opportunitätskosten je Zeiteinheit t dar.

Die Nachfragekosten können hiernach wie folgt dargestellt werden (mit $0 \leq w \leq 1$):

$$K_2 = (2 - w)2L\beta\alpha + r + t\gamma \quad (2)$$

3.3 Online-Bestellung und Nutzung eines wohnortnahen Depots

Im Fall der Depotnutzung nehmen wir an, dass ein wohnortnahes Paketdepot D eingerichtet wird, das eine garantierte Zustellung ($w = 1$) von P und auch die Rücksendung der übrigen Varianten von P ermöglicht. Jede Nutzung von D verursacht Kosten von c . Alle anderen Annahmen aus den zuvor modellierten Beschaffungswegen gelten weiterhin. Die Nachfragekosten ergeben sich hiernach wie folgt:

$$K_3 = r + t\gamma + 2c \quad (3)$$

3.4 Vergleich der Beschaffungswege

Um zu verstehen, unter welchen Bedingungen A ein wohnortnahes Paketdepot nutzen würde und welcher Gesamtnutzen sich daraus ergeben könnte, werden die drei Beschaffungswege bzw. die mit diesen in Verbindung stehenden Nachfragekosten miteinander verglichen.

Online-Bestellung mit Lieferdienst vs. Direktkauf

Die Online-Bestellung und Zustellung wird dem Direktkauf vorgezogen bzw. es herrscht mindestens Indifferenz zwischen diesen beiden Beschaffungswegen, wenn gilt: $K_1 \geq K_2$. Dies gilt, wenn:

$$2L\alpha \geq (2 - w)2L\beta\alpha + r + t\gamma \quad (4)$$

bzw. nach L umgestellt:

$$L \geq \frac{r + t\gamma}{2\alpha(1 - (2 - w)\beta)} \quad (5)$$

Dabei ergeben sich nur sinnvolle Lösungen ($L > 0$), wenn gilt:

$$\frac{1}{2 - w} > \beta \quad (6)$$

Diese Gleichung ist mit $0 \leq w \leq 1$ dann erfüllt, wenn β nicht größer als $\frac{1}{2}$ ist, wenn $w \rightarrow 0$. Darüber hinaus kann β umso höher ausfallen, je höher w ausfällt. Oder mit anderen Worten: je höher die Wahrscheinlichkeit, dass P direkt bei A abgegeben wird, desto irrelevanter ist der Entfernungsunterschied zwischen S und H - und umgekehrt.

Die Wahl des Beschaffungsweges Online-Bestellung und Lieferdienst wird hiernach dem Direktkauf vorgezogen, wenn L , d.h. die Entfernung zwischen dem Wohnort von A und dem Verkaufsort H von P , hinreichend groß ist. Dabei gilt (c.p.), dass L umso größer ausfallen muss,

- je höher die Versandkosten (inklusive Opportunitätskosten) sind,
- je niedriger die Mobilitätskosten sind,
- je niedriger die Wahrscheinlichkeit w ist, dass P direkt bei A abgegeben wird und eine Fahrt zum Paketshop S entfällt und
- je geringer die Distanz zwischen Verkaufsort H und Standort des Paketshops S ausfällt.

Online-Bestellung mit Depotnutzung vs. Direktkauf

Die Online-Bestellung unter Nutzung eines wohnortnahen Depots D wird dem Direktkauf vorgezogen bzw. es besteht mindestens Indifferenz zwischen diesen beiden Beschaffungswegen, wenn gilt:

$$2L\alpha \geq 2c + r + t\gamma \quad (7)$$

Bzw. nach L und c umgestellt:

$$L \geq \frac{2c + r + t\gamma}{2\alpha} \quad (8)$$

$$c \leq L\alpha - \frac{1}{2}(r + t\gamma) \quad (9)$$

Die Wahl des Beschaffungsweges Online-Bestellung und Zustellung unter Nutzung eines wohnortnahen Depots wird dem Direktkauf vorgezogen, wenn L hinreichend groß ist. Dabei gilt (c.p.), dass L umso größer ausfallen muss,

- je höher die Versandkosten (inklusive Opportunitätskosten) sind,
- je höher die Depotnutzungskosten sind und
- je niedriger die Mobilitätskosten ausfallen.

Mit Blick auf obige Gleichungen lässt sich zudem sagen, dass die Präferenz für die Online-Bestellung und Zustellung unter Nutzung eines wohnortnahen Depots dann gegeben ist, wenn (c.p.) c hinreichend klein ist, wobei c umso größer sein kann,

- je größer die Distanz L zum Verkaufsort H ist,
- je geringer die Versandkosten (inklusive Opportunitätskosten) sind und
- je höher die Mobilitätskosten ausfallen.

Online-Bestellung mit Lieferdienst vs. Online-Bestellung mit Depotnutzung

Schließlich ist von Interesse, wann - im Falle, dass eine Online-Bestellung generell vorgezogen wird - eine Nutzung des Paketdepots attraktiv ist. Die Online-Bestellung unter Nutzung eines wohnortnahen Paketdepots D wird der Online-Bestellung ohne Nutzung eines Depots vorgezogen (bzw. es besteht mindestens Indifferenz zwischen den beiden Beschaffungswegen), wenn gilt: $K_2 \geq K_3$. Das gilt, wenn:

$$(2 - w)2L\beta\alpha + r + t\gamma \geq 2c + r + t\gamma \quad (10)$$

Bzw. umgestellt nach L und c :

$$L \geq \frac{c}{(2-w)\beta\alpha} \quad (11)$$

$$c \leq (2-w)L\beta\alpha \quad (12)$$

Ergebnis: Die Online-Bestellung unter Nutzung eines Depots ist dann vorteilhaft für A , wenn L hinreichend groß bzw. c hinreichend klein ist. Dabei muss (c.p.) L umso größer ausfallen,

- je größer die Depotnutzungskosten c sind,
- je niedriger die Mobilitätskosten α ausfallen und
- je niedriger die Wahrscheinlichkeit w ist, dass P direkt bei A abgegeben wird und eine Fahrt zum Paketshop S entfällt.

Bzw. mit Blick auf die Depotkosten c gilt, dass diese (c.p.) umso höher ausfallen können,

- je größer die Distanz zwischen Wohnort von A und dem Standort des Paketshops S ist,
- je größer die Mobilitätskosten α pro Streckeneinheit ausfallen und
- je niedriger die Wahrscheinlichkeit w ist, dass P direkt bei A abgegeben wird und eine Fahrt zum Paketshop S entfällt.

Strikte Präferenz für die Depotnutzung

Nach den paarweisen Vergleichen, muss abschließend eine Gesamtschau durchgeführt werden. Ermittelt werden muss, unter welchen Bedingungen stets die Online-Bestellung unter Nutzung eines Depots allen anderen Optionen vorgezogen wird.

Dazu können die Gleichungen 9 und 12 verglichen werden. Es zeigt sich, dass die Depotkosten aus Gleichung 12 dann unter jenen aus Gleichung 9 liegen, wenn für die Distanz L Folgendes gilt:

$$L \geq \frac{r + t\gamma}{2\alpha(1 - (2-w)\beta)} \quad (13)$$

Dieses Ergebnis ist bereits aus Gleichung 5 bekannt. Das bedeutet: Ist die Distanz L hinreichend groß und erfüllen die Depotkosten c hinsichtlich ihrer Höhe die Bedingungen gemäß Gleichung 12, besteht strikte Präferenz für die Depotnutzung.

3.5 Gesamtnutzen bzw. Wohlfahrtseffekte

Da das Modell in erster Linie auf ökonomische Kosten abstellt, lassen sich vor allem hierzu Wohlfahrtseffekte ableiten. Mit Blick auf die Verbesserung der Versorgungssituation einerseits und die Einsparung von Wegen (CO^2 Reduktion) andererseits, können aber auch soziale und ökologische Aspekte in die Betrachtung einbezogen werden. Nachfolgend werden dazu erste Anregungen gegeben. Eine explizit um diese Aspekte erweiterte Modellierung könnte hier ansetzen und die Betrachtung vertiefen.

Sozialer Nutzen

Soziale bzw. positive gesellschaftliche Effekte aus der Nutzung wohnortnaher Depots sollten sich vor allem in peripheren, strukturschwachen, ländlichen Regionen ergeben, in denen die Wege zum nächsten Versorgungsort weit sind, das Leistungsangebot ausgedünnt und das Durchschnittsalter der Bevölkerung besonders hoch ist. Denn gerade mit letzterem Punkt steigt die Zahl immobiler oder eingeschränkt mobiler Menschen, was die Gefahr des Abgeschnittenseins von Versorgungsangeboten aufgrund geographischer und demographischer Ausgrenzung erhöht. Das Online-Bestellen ist dann eine konkrete Möglichkeit der Versorgung und die Einbindung wohnortnaher Depots erhöht den Nutzen aus diesem Beschaffungsweg zudem. Der soziale Gesamtnutzen hängt hiernach u.a. vom Anteil Menschen λ_M in der Region ab, der nicht mehr oder eingeschränkt mobil ist und sich über die Nutzung der Depots besser versorgen kann. Weitere Nutzen im Bereich des Sozialen sind denkbar. Gleichfalls könnte überlegt werden, ob die Nutzung von Depots nicht auch zu sozialen Kosten führt, da die Depotnutzung die sozialen Kontakte reduziert, die am Verkaufsort oder im Paketshop alternativ entstünden.

Ökonomischer Nutzen

Der ökonomische Nutzen der Verwendung wohnortnaher Depots kann aus der Einsparung von Nachfragekosten resultieren. Dazu können die Differenzen der Nachfragekosten $K_1 - K_3$ bzw. $K_2 - K_3$ betrachtet werden. Der Gesamtnutzen ergibt sich dann aus diesen Differenzen und deren Gewichtung mit dem Anteil Einwohner in einer Region, der vom Direktkauf λ_D bzw. von der Online-Bestellung mit Lieferdienst λ_L auf die Beschaffung unter Nutzung wohnortnaher Depots umgestellt hat. Je größer die jeweilige Differenz

und je größer der jeweilige Anteil Einwohner, desto größer der ökonomische Gesamtnutzen aus der Nutzung der Depots. Allerdings vernachlässigt dieser Ansatz z.B. die negativen ökonomischen Effekte, die regional entstehen, wenn Waren vor allem aus dem überregionalen Online-Handel nachgefragt werden. Der Verkaufsort H verlöre möglicherweise an Nachfrage und auch die ökonomisch nutzbare Frequenz im Paketshop bzw. am Standort des Paketshops nähme ab.

Ökologischer Nutzen

Schließlich lässt sich ein ökologischer Nutzen aus der Verwendung wohnortnaher Depots z.B. aus der Reduktion von gefahrenen Kilometern im Rahmen der Beschaffung ableiten, wenn diese mit der Vermeidung von CO^2 verbunden werden. Hierzu kann die kumulierte eingesparte Wegstrecke betrachtet werden, die sich für die Einwohneranteile λ_D und λ_L durch den Wechsel der Beschaffungsoption ergibt. Diesen Einsparungen müssen aber auch ökologische Kosten gegenübergestellt werden, die sich z.B. dadurch ergeben, dass bei der Online-Bestellung (egal ob im Fall der Anlieferung oder der Depotnutzung) häufig mehrere Varianten von P bestellt und ein Teil als Retouren zurückgeschickt werden. Dabei steigen die ökologischen Kosten sehr schnell, wenn die oft übliche Praxis der Vernichtung von Retouren zum Einsatz kommt (vgl. Kampffmeyer / Gensch 2019, S. 24, Henseling et al. 2021, S. 28).

4 Hypothesen, Operationalisierungsansätze und Daten

Da in den Regionen bislang keine wohnortnahen Depots vorhanden sind, lassen sich Hypothesen zum regionalen Potenzial bzw. zur Nutzung der Depots zwar formulieren aber nicht direkt überprüfen. Die entstehenden Vorhersagen zum Potenzial der Depots können aber die Entscheidung über die Einführung in einer Region unterstützen.

Hypothesen

Auf Basis der entscheidenden Gleichungen 5 und 12 sowie auf Basis der Erörterungen in Abschnitt 3.5 können folgende Hypothesen zur Nutzung bzw. zum Potenzial wohnortnaher Depots abgeleitet werden:

- H1: Das Potenzial für wohnortnahe Depots sollte umso höher ausfallen, desto höher die Mobilitätskosten in der Region ausfallen. Wobei die Mobilitätskosten davon abhängen, wie weit die durchschnittlichen Entfernungen in der Region sind, die sich z.B. aus der Siedlungsstruktur, Topographie und Größe der Region ergeben.

- H2: Das Vorhandensein von und die Entfernung zu Paketshops wirken sich auf das Potenzial für wohnortnahe Depots aus, wobei vermutet wird, dass das Potenzial umso größer ausfallen sollte, desto geringer die Zahl an Paketshops in der Region und je weiter im Durchschnitt der Weg zum nächsten Paketshop ist.
- H3: Eine relativ geringe Quote erfolgreicher Erstzustellungen in der Region sollte mit einem vergleichsweise hohen Potenzial für wohnortnahe Depots in Verbindung stehen.
- H4: Vergleichsweise hohe Versandkosten (inkl. Opportunitätskosten der Zeit), die mit der Online-Bestellung in Verbindung stehen, sollten das Potenzial für die Nutzung wohnortnaher Depots reduzieren, weil sie die Online-Bestellung insgesamt unattraktiver werden lassen.
- H5: Der Nutzen bzw. das Potenzial wohnortnaher Depots sollte in jenen Regionen höher ausfallen, die eine hohe Zahl immobiler oder eingeschränkt mobiler Menschen aufweisen.

Operationalisierung und Daten

Mit Blick auf [H1] und [H2] ist u.a. die durchschnittliche Wegstrecke in der Region relevant. In Anlehnung an Rietveld / Bruinsma (1998) sowie Fröhlich et al. (2005) kann L wie folgt approximativ ermittelt werden:

$$L = r \frac{\pi - 1}{\pi} \quad (14)$$

Mit $O = \pi r^2$ der Gebietsfläche einer Region und nach Vereinfachung ist L näherungsweise:

$$L = 0,68 \sqrt{\frac{O}{\pi}} \quad (15)$$

Zur Prüfung der Hypothesen [H1] und [H2] muss insofern die Größe der Region, die untersucht werden soll, ermittelt werden. Diese ist z.B. in der Regionalstatistik der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder als Flächenangabe km^2 für unterschiedliche Aggregate (Gemeinde, Landkreis, ...) verfügbar.

Die Entfernung zum nächsten Paketshop kann mit Blick auf Gleichung 15 in Abhängigkeit von O und von der Zahl der Paketshops S in der Region näherungsweise wie folgt berechnet werden (mit $\tilde{O} = \frac{O}{S}$):

$$\tilde{L} = 0,68 \sqrt{\frac{\tilde{O}}{\pi}} \quad (16)$$

Der Vergleich von O und \tilde{O} könnte Hinweise auf β geben, was für die Betrachtung von [H2] relevant ist. Zur Prüfung der Hypothese [H2] muss die Zahl der Paketshops S erfasst werden. Diese Zahl ist nicht in den Regionalstatistiken erfasst. Sie kann manuell mit entsprechendem Aufwand z.B. über die im Internet verfügbaren jeweiligen Paketshopfinder (z.B.) der größten vier Paketdienstleister (DHL, DPD, Hermes, GLS) für eine Region näherungsweise ermittelt oder direkt bei den Paketdienstleistern abgefragt werden.

Zur Prüfung der Hypothese [H3] muss die regionale Quote der erfolgreichen Erstzustellung (entspricht w) ermittelt werden. Diese ist aber nur auf Ebene des Bundes öffentlich verfügbar (vgl. Statista 2016). Eine Prüfung der Hypothese ist daher derzeit nicht möglich.

Die Prüfung der Hypothese [H4] setzt Daten darüber voraus, welche Zeit im Durchschnitt die Zustellung von Online-Bestellungen in einer Region benötigt (entspricht t). Darüber hinaus müsste eine Information zur durchschnittlichen Bewertung dieser Zeit (z.B. Opportunitätskosten je Zeiteinheit - entspricht γ) in der Region verfügbar sein. Da zu beiden Punkten keine Informationen verfügbar sind, ist eine direkte Überprüfung der Hypothese nicht möglich. Näherungsweise könnte auf die Kosten für einen Premium- oder Expressversand abgestellt werden, die einen Hinweis auf die Zahlungsbereitschaft für eine Lieferzeitreduktion geben.

Mit Blick auf [H5] muss das demografische Profil der Region betrachtet werden. Daten zum Durchschnittsalter in der Region oder zum Anteil hochbetagter Menschen finden sich in verschiedenen Regionalstatistiken und könnten in Prognosen zur Nutzung wohnortnaher Depots einbezogen werden.

Zusammenfassend werden also folgende Operationalisierungen und Daten zur Untersuchung der formulierten Hypothesen benötigt:

- Die Fläche O_i der Region (Landkreis oder Gemeinde) i .
- Die Zahl der Paketshops S_i der Region i .
- Die durchschnittliche Entfernung L_i , die in der Region i zwischen zwei beliebigen

Punkten zurückgelegt werden muss.

- Das durchschnittliche Einzugsgebiet $\widetilde{O}_i = \frac{Q_i}{S_i}$ eines Paketshops in der Region i .
- Die durchschnittliche Entfernung \widetilde{L}_i zum nächsten Paketshop in der Region i .
- Die Quote der erfolgreichen Erstzustellung w_i in der Region i , wobei mit Blick auf die Datenverfügbarkeit angenommen wird, dass diese Quote in allen Regionen der durchschnittlichen Quote für erfolgreiche Erstzustellungen auf Bundesebene entspricht.
- Die Zahl der Einwohner EW_i und der Anteil λ_i hochbetagter Menschen in der Region i , um das Potenzial für die Nutzung wohnortnaher Depots bzw. die aus der Nutzung erwachsenen regionalen Wohlfahrtseffekte zu konkretisieren.

In der Summe zeigt sich also, dass nur ein Teil der aufgestellten Hypothesen derzeit bzw. im Rahmen dieser Arbeit überprüft werden kann. Im Kapitel 6 wird dies diskutiert und es werden Vorschläge für eine Erweiterung der Datenbasis gemacht, mit dessen Hilfe dann eine umfängliche Prüfung der Hypothesen möglich werden könnte.

5 Empirie für eine ausgewählte Region

Anhand einer ausgewählten Region soll das Potenzial für die Nutzung wohnortnaher Depots ermittelt und es soll die in Kapitel 3 vorgestellte Modellierung angewendet werden. Dabei soll mit der Uckermark (Brandenburg) ein Landkreis betrachtet werden, in dem im Rahmen eines Modellvorhabens mit der Bezeichnung Soziale Logistik - UCKER Warentakt der Einsatz technischer und nicht-technischer wohnortnaher Depots erprobt wird bzw. werden soll (vgl. region 4.0 2022). Unterschiede im Potenzial für die Nutzung wohnortnaher Depots sollen dabei im Vergleich der Gemeinden der Uckermark ermittelt werden. Grundlage ist die im letzten Abschnitt erläuterte Operationalisierung.

Tabelle 1: Paketshops in der Uckermark

Anzahl Paketshops	Anzahl Gemeinden	Anteil Gemeinden	Anteil Einwohner
0	18	53%	12%
1	3	9%	5%
2	6	18%	12%
3	3	9%	5%
4 - 8	0	0%	0%
> 8	4	11%	66%
81	34	100%	100%

Quellen: Regionalstatistik 2020, DPD 2020, DHL 2020, Hermes 2020, GLS 2020, eigene Berechnung und Darstellung.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick zur Zahl und Verteilung der Paketshops in der Uckermark. Es wird deutlich, dass sich in mehr als der Hälfte der Gemeinden kein Paketshop findet. Allerdings decken diese Gemeinden nur 12% der Bevölkerung der Uckermark ab.⁵ Zwei Drittel der Bevölkerung der Uckermark, die sich auf rd. 11% der Gemeinden konzentrieren, können hingegen auf mindestens acht Paketshops in der Gemeinde zurückgreifen.

⁵Wird zudem berücksichtigt, dass nicht jeder Paketshop für jede Retoure genutzt werden kann, könnte auch die Zahl der Gemeinden mit nur einem Paketshop in der Betrachtung der eher unterversorgten Gemeinden berücksichtigt werden.

Tabelle 2: Versorgungs- und Erreichbarkeitsmaße in den Gemeinden der Uckermark und im Vergleich zum Bundesgebiet

	O	EW	S	$\frac{S}{EW}$	L	\tilde{O}	\tilde{L}
Deutschland	357.582	83.019.213	57.500	0,69	229	6,21	0,96
Landkreis	3.077	119.552	81	0,67	21	37,98	2,36
∅ Gemeinden V1	192,31	7.472,00	5,06	0,92	4,92	60,52	2,78
∅ Gemeinden V2	90,50	3.516,24	2,31	0,48	3,32	50,29	3,95
Minimalwert V1	12,94	866	1	0,38	1,38	6,47	0,98
Minimalwert V2	11,76	355	0	0	1,32	6,47	0,98
Maximalwert V1	507,19	31.150	17	2,31	8,64	167,22	4,96
Maximalwert V2	379,57	29.920	17	2,31	7,47	167,22	6,45

Hinweise: Einwohner- und Flächenwerte beziehen sich auf 2018, Paketshopwerte beziehen sich auf 2020; O stellt die Fläche in km^2 des jeweiligen regionalen Aggregationstyps dar; \tilde{O} - ebenfalls gemessen in km^2 - gibt die Fläche an, die im Durchschnitt von einem Paketshop versorgt wird (Einzugsgebiet); EW bezeichnet die Zahl der Einwohner / Einwohnerinnen; S definiert die Zahl der Paketshops im jeweiligen regionalen Aggregationstyp; $\frac{S}{EW}$ bezeichnet die Zahl Paketshops je 1.000 Einwohner / Einwohnerinnen; L definiert die durchschnittliche Wegstrecke in km im jeweiligen regionalen Aggregationstyp und \tilde{L} gibt die durchschnittliche Wegstrecke in km an, die ein Einwohner / eine Einwohnerin durchschnittlich zum nächsten Paketshop zurücklegen muss.

Quellen: Regionalstatistik 2020, DPD 2020, DHL 2020, Hermes 2020, GLS 2020, eigene Berechnung und Darstellung.

Tabelle 2 ergänzt das Bild und liefert zudem Empirie zu den im vorhergehenden Kapitel operationalisierten Kennzahlen. Dabei wurden mit Blick auf Gemeinden, in denen sich kein Paketshop befindet, zwei Varianten betrachtet:

- Für Variante V1 ($n = 16$) wurden Gemeinden, die keinen Paketshop aufweisen, mit der nächsten Nachbargemeinde mit Paketshop fusioniert, bzw. es wurden Aggregate gebildet.
- In Variante V2 ($n = 34$) erfolgte keine Aggregation. Zur Berechnung der durchschnittlichen Distanz zum nächsten Paketshop in Gemeinden ohne Paketshop wurde zu L der jeweiligen Gemeinde die durchschnittliche Distanz \tilde{L} , der nächsten Nachbargemeinde mit Paketshop addiert - dies unter der Annahme, dass zuerst die Gemeinde ohne Paketshop verlassen und hiernach die durchschnittliche Distanz bis zum nächsten Postshop der Nachbargemeinde überwunden werden muss.

Die Ergebnisse: Im Durchschnitt verfügt jede Gemeinde der Uckermark über 5 (V1) bzw. 2,3 (V2) Paketshops, bzw. je 1.000 Einwohner finden sich im Durchschnitt der Gemeinden 0,92 (V1) bzw. 0,48 (V2) Paketshops. Im Vergleich zum gesamten Landkreis (0,67 Paketshops je 1.000 Einwohner) oder auch zum Bundesgebiet (0,69) zeigt sich mit Blick auf V1 eine Über- und unter Berücksichtigung von V2 eine relative Unterversorgung. Die aggregierte Betrachtung, die Kern von Variante 1 ist, überschätzt insofern die Versorgung.

Das Einzugsgebiet eines Paketshops ist in der Uckermark bzw. im Durchschnitt der Gemeinden der Uckermark zudem rd. 6- bzw. rd. 10-mal (V1) so groß, wie im Bundesgebiet.⁶ Ein ähnliches Bild verdeutlicht der Blick auf die durchschnittliche Entfernung, die im Landkreis Uckermark bzw. im Durchschnitt der Gemeinden zum nächsten Paketshop zurückgelegt werden muss. Im Vergleich zum Bund (0,96 km) ist diese Entfernung für den Landkreis Uckermark (2,36 km) rd. 2,5-mal und bezogen auf den Durchschnitt der Gemeinden der Uckermark (2,78 km V1 bzw. 3,95 km V2) rd. 3-mal (V1) bzw. knapp 4-mal (V2) so groß. Dies unterstreicht die Aussage, dass für die Uckermark durchaus von einer Situation der Unterversorgung ausgegangen werden kann.

Unter Berücksichtigung der empirischen Daten kann schließlich betrachtet werden, in welchen Gemeinden der Uckermark die ermittelten Distanzen den Bedingungen aus Gleichung 5 genügen bzw. wie hoch mit Blick auf die empirischen Daten die Depotnutzungskosten c gemäß Gleichung 12 maximal ausfallen dürften. Die Frage ist, ob sich für L und c realistische Werte zeigen: Für das theoretisch abgeleitete L muss bekanntlich gelten:

$$L_{min} = \frac{r + t\gamma}{2\alpha(1 - (2 - w)\beta)} \quad (17)$$

Hiernach kann c ermittelt werden aus:

$$c_{max} = (2 - w)L_{min}\beta\alpha \quad (18)$$

Dabei lassen sich behelfsweise folgende Werte zur Berechnung der Mindest-Distanz L_{min} sowie der Maximal-Depotkosten c_{max} ansetzen:

⁶Hier bietet sich nur der Vergleich mit der aggregierten Sicht von Variante 1 an, da den Paketshops hier die paketshoplosen Gemeinden als Versorgungsfläche zugeschlagen werden.

- r : Der Standardversand (unabhängig von der Zielregion) großer Online-Händler (z.B. Otto, Amazon) wird derzeit mit rund 3 EUR angegeben.
- $t\gamma$: Die Opportunitätskosten der Zeit könnten behelfsweise über die Kosten für einen Premium- bzw. 24 Stunden Versand angesetzt werden; hier schwanken die Werte von Anbieter und in Abhängigkeit der Warengruppe enorm. Aus diesem Grund werden die Opportunitätskosten der Zeit nachfolgend vernachlässigt.
- α : Zum Ansatz der Mobilitätskosten könnte angenommen werden, dass die Distanzen mit dem privaten PKW zurückgelegt werden müssen. Hiernach könnten die durchschnittlichen fixen und variablen Kosten je Kilometer angesetzt werden, die bei der Nutzung privater PKWs entstehen. Die Angaben hierzu variieren je nach PKW-Typ und Nutzungsart - sie schwanken durchaus zwischen 50 bis 80 Cent pro Kilometer (vgl. ADAC 2021). Alternativ könnte die betriebliche Reisekostenpauschale von 30 Cent pro Kilometer veranschlagt werden, die Verbräuche und den Werteverzehr kompensieren soll, die mit der dienstlichen Nutzung des privaten PKW in Verbindung stehen. Nachfolgend soll als Annäherung der Durchschnitt aus den genannten Werten verwendet werden (rd. 0,50 EUR / km).
- w : Statista gibt für die großen Paketdienstleister eine Erfolgsquote für die 1. Zustellung von rd. 92 % an (Statista 2016). In Ermangelung regionalisierter Werte wird insofern für alle Gemeinden ein Wert von 0,92 für w angesetzt.
- β : Der Distanzunterschied zwischen Wohnort A und Verkaufsort H bzw. Standort des Paketshops S lässt sich durch die Relation von L und \tilde{L} darstellen und je Gemeinde berechnen.

Entsprechend ergeben sich für L_{min} und c_{max} in Abhängigkeit der beiden oben beschriebenen Varianten zum Umgang mit Gemeinden ohne Paketshop die in Tabelle 3 dargestellten Werte.

Tabelle 3: Rechenergebnisse

		V1	V2
L_{min}	Landkreis		3,41
	∅ Gemeinden	9,02	8,82
	Minimalwert		4,06
	Maximalwert	12,69	17,55
c_{max}	Landkreis		0,20
	∅ Gemeinden	3,01	2,91
	Minimalwert		0,53
	Maximalwert	4,85	7,27

Hinweise: Aus der Berechnung wurden jene Gemeinden (drei) ausgeschlossen, für die sich aufgrund einer Verletzung der Bedingung gemäß Gleichung 6 negative Werte für L ergeben haben. Für Variante 1 ergab sich hiernach $n = 13$ und für Variante 2 betrug $n = 31$.

Quellen: eigene Berechnung und Darstellung.

Für den gesamten Landkreis Uckermark zeigt sich, dass die durchschnittliche Distanz zum Verkaufsort H größer ausfallen muss als 3,41 km . Mit Blick auf Tabelle 2 wird deutlich, dass die aus den regionalen Daten ermittelte durchschnittliche Distanz in der Uckermark mit 21 km deutlich darüber liegt. Insofern wäre die Bedingung für eine strikte Präferenz der Nutzung wohnortnaher Depots gegeben. Wird das theoretisch ermittelte L_{min} angesetzt, ergeben sich zudem für den Landkreis maximale Depotnutzungskosten in Höhe von 0,20 EUR. Wird hingegen das auf Basis der regionalen Daten ermittelte L in Gleichung 18 eingesetzt, ergäben sich maximale Depotnutzungskosten von rd. 1,25 EUR.

Für den Durchschnitt der Gemeinden in der Uckermark zeigen sich zudem folgende Ergebnisse: Das theoretisch ermittelte L_{min} beträgt für V1 9,02 und für V2 8,82 km , damit liegen beide Werte über jenen, die auf Basis der regionalen Daten berechnet wurden (siehe Tabelle 2). Folglich wäre die Bedingung für die strikte Präferenz für die Depotnutzung verletzt. Wird trotzdem c_{max} berechnet, zeigen sich für die beiden Varianten Werte von um die drei Euro, wobei der Minimalwert in einer Gemeinde bei 0,53 EUR liegt und der Maximalwert mit 4,85 (V1) bzw. 7,27 (V2) davon und vom Durchschnittswert der Uckermark deutlich abweicht.

Mit Blick auf die in der Durchschnittsbetrachtung vorliegende Verletzung der Bedingung für die strikte Präferenz zeigt sich aber für die einzelnen Gemeinden, dass 30% (V1) bzw. 58% (V2) der Gemeinden die Bedingung erfüllen. Für diese ergibt sich ein

durchschnittlicher maximaler Depotnutzungskostensatz von 0,64 (V1) bzw. 1,48 (V2) EUR.

Vor allem der Durchschnittswert aus V1 liegt damit nahe an jenen Werten (0,72 und 0,79 EUR), den die Projekte DeinDepot⁷ (Hagen et al. 2020) und SMILE (2019) im Rahmen von Umfragen zur Zahlungsbereitschaft für einen zusätzlichen Service im Rahmen der Paketzustellung (Wunschzeitfenster für die Belieferung⁸ - SMILE und Nutzung eines zentralen Depots - DeinDepot) ermittelt haben und kann daher als realistisch eingeschätzt werden.

Schließlich wird mit Blick auf die ermittelten Ergebnisse Folgendes deutlich: Die theoretisch abgeleiteten Bedingungen für das Potenzial der Nutzung wohnortnaher Depots sind vor allem in jenen Gemeinden erfüllt, die über keinen Paketshop verfügen und insofern den Paketshop einer Nachbargemeinde mitnutzen müssen. Dies sind mit Blick auf die Uckermark überwiegend die Gemeinden, die an die vier großen Städte des Landkreises angrenzen, auf die sich erwartungsgemäß der Großteil der Paketshops konzentriert. Erfahrungsgemäß dienen aber die großen Städte auch als Arbeits- und Versorgungsorte. Das Abholen bzw. Abliefern von Paketen in einem Paketshop wird deshalb oft mit den sowieso anfallenden Fahrten zum Arbeitsplatz und / oder Lebensmitteleinzelhandel gekoppelt, was die Mobilitätskosten der Beschaffungsvariante Online-Bestellung mit Paketzustellung reduziert und sie im Vergleich der Beschaffungsvarianten wettbewerbsfähiger macht. Insofern ist eine vorsichtige Bewertung der Ergebnisse zum Potenzial für wohnortnahe Depots gerade in diesen Gemeinden geboten.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Mittelpunkt des Papiers steht der Nutzen wohnortnaher Depots. Ziel ist, zu zeigen, unter welchen Bedingungen wohnortnahe Depots ein tragfähiger Baustein eines Smart Logistics Ansatzes sein könnten. Hierzu wurde im ersten Schritt der Stand der Forschung vorgestellt und auch ein Überblick zu Pilotprojekten in Deutschland gegeben. Ergebnis ist, dass verschiedentlich das Thema der Zustellung oder Lösung des so genannten letzte Meile Problems wissenschaftlich diskutiert oder in Projekten adressiert wird. Zum Einsatz und Nutzen wohnortnaher Depots in ländlichen Räumen findet sich hingegen bisher kaum Material.

⁷Betrachtet wurde allerdings nicht die Depotnutzung im ländlichen, sondern im hochverdichteten städtischen Raum.

⁸In einer Befragung von PwC (2018, S. 11) wurde für Service des Wunschzeitfensters eine Zahlungsbereitschaft von 2,40 EUR ermittelt.

Die vorgestellte mathematische Modellierung unternimmt deshalb den Versuch, einige relevante Faktoren für den Einsatz wohnortnaher Depots zu ermitteln. In Abhängigkeit der gewählten Modellierung und getroffenen Annahmen stellt sich heraus, dass vier Faktoren zentral sind für die Nutzung bzw. einen hinreichenden Nutzen aus der Einrichtung der Depots: Erstens die durchschnittliche Entfernung in der Region, die ein Verbraucher bzw. eine Verbraucherin zurücklegen muss, um ein Produkt zu kaufen. Zweitens die Anzahl der Paketshops in der Region. Drittens die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit, dass der Paketdienst einen Verbraucher bzw. eine Verbraucherin zu Hause antrifft, um ein Produkt auszuliefern und viertens die Mobilitätskosten, die mit der Überwindung von Entfernungen in der Region in Verbindung stehen.

Mit Blick auf die zentralen Faktoren konnten Hypothesen aufgestellt werden, deren Überprüfung aber nicht geleistet werden konnte. Grund dafür ist vor allem, dass es bislang keine wohnortnahen Depots in ländlichen Räumen gibt. Da aber derzeit in einigen Projekten technische und auch nicht-technische Depotlösungen in ländlichen Räumen erprobt werden (z.B. SoLo - siehe region 4.0 2022) könnte eine Überprüfung in naher Zukunft möglich werden.

Um trotzdem einen ersten Eindruck über die Aussagekraft der Modellierung gewinnen zu können, wurde mit Blick auf eine Region, den Landkreis Uckermark, eine Ermittlung des Potenzial für wohnortnahe Depots unternommen.

Im Ergebnis zeigt sich, dass ein Teil der Gemeinden der Uckermark durchaus die theoretisch abgeleiteten Bedingungen für ein hohes Potenzial für die Depots aufweist. Außerdem konnte anhand der Berechnungen ein Ausblick auf die Höhe tragbarer Depotnutzungskosten gegeben werden. Diese korrespondieren durchaus mit Ergebnissen, die im Rahmen von Befragungen zur Zahlungsbereitschaft für zusätzliche Serviceleistungen im Bereich der Paketzustellung ermittelt wurden.

Ziel des Papiers war auch, eine Aussage zum Gesamtnutzen bzw. zu Wohlfahrtseffekten wohnortnaher Depots zu treffen. Dazu wurden neben ökonomischen auch soziale und ökologische Aspekte der Depotnutzung aufgeführt. Die Aufführung gelang nicht vollständig, zeigt aber Möglichkeiten für eine weiterführende Diskussion auf.

Diese könnte einerseits darin bestehen, die Nachhaltigkeit des vorgestellten Versorgungsansatzes selbst detaillierter zu betrachten. Andererseits könnte untersucht werden, ob und wie sich der Ansatz in ein umfassenderes System der Smart Logistics im ländlichen Raum einbetten ließe und welcher Nutzen hierdurch entstünde.

Darüber hinaus ist eine Erweiterung der Modellierung an verschiedenen Stellen denkbar und wurde in den entsprechenden Kapiteln bereits angedeutet.

Eine Übertragung des Modells auf ein Agenten-basiertes System wäre zudem inter-

essant. Dieses könnte helfen, die Präferenzen der Käufer und Käuferinnen weiter zu detaillieren bzw. an die Wirklichkeit heranzuführen und es könnte eingesetzt werden, um die Analyse um Aspekte wie die Geographie und Siedlungsstruktur der Regionen zu erweitern.

Dieses Vorgehen wäre schließlich geeignet, um die Modellhypothesen zu überprüfen - zumindest solange, bis sich in einigen ländlichen Regionen wohnortnahe Depots finden lassen und eine direkte Prüfung der Vorhersagen möglich wird.

Literaturverzeichnis

- ADAC (Hrsg.) (2021), ADAC Autokosten Herbst / Winter 2021/22, URL: https://assets.adac.de/image/upload/v1618309743/ADAC-eV/KOR/Text/PDF/autokostenuebersicht_whgbcz.pdf, 29.04.2022.
- Bauer, S. (2009), Ansteigende Diversitäten ländlicher Räume? Schlussfolgerungen für die Regionalpolitik, in: Friedel, R. und Spindler, E.A. (Hrsg.), Nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume - Chancenverbesserung durch Innovation und Traditionspflege, Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden.
- BBSR (Hrsg.) (2019), INKAR - Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung, URL: <https://www.inkar.de/>, 28.04.2022.
- Beeskow, M. (2014), Prignitzer Busverkehr vor dem Umbruch, in: Märkisch Zeitung, URL: <https://www.maz-online.de/Lokales/Prignitz/Prignitz-Buslinien-werden-eingestellt>, 28.04.2022.
- BIEK (Hrsg.) (2018), Kompendium Teil 5 - Zahlen - Daten - Fakten der KEP-Branche, URL: <https://www.biek.de/download.html?getfile=1564>, 29.04.2022.
- Blesse, S. und Rösel, F. (2017), Was bringen kommunale Gebietsreformen? Kausale Evidenz zu Hoffnungen, Risiken und alternativen Instrumenten, in: ZEW (Hrsg.), Discussion Paper, No. 17-049, URL: <https://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp17049.pdf>, 28.04.2022.
- BMWK (Hrsg.) (2019), Brötchen kaufen und bringen lassen per App - Vom BMWi gefördertes Mitbring-Netzwerk stärkt den regionalen Einzelhandel, URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2019/20190910-broetchen-kaufen-und-bringen-lassen-per-app.html>, 29.04.2022.
- Boostlog (2021), DELIVERABLE REPORT, Boostlog - D2.2, 8. December 2021, URL: https://www.etp-logistics.eu/wp-content/uploads/2021/12/BOOSTLOG_D2.2-Cloud-report-Coordination-and-Collaboration_final.pdf, 29.04.2022.
- Brabänder, C. (2020), Die Letzte Meile - Definition, Prozess, Kostenrechnung und Gestaltungsfelder, Springer Gabler: Wiesbaden.
- Buchen (Hrsg.) (2018), Landpost, URL: <https://www.buchen.de/en/9-aktuelles/aktuelles-aus-buchen/732-pilotprojekt-meine-landpost-in-buchen.html>, 29.04.2022.

- Bundesregierung (Hrsg.) (2020), Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie - Weiterentwicklung 2021, URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998194/1875176/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-2021-langfassung-download-bpa-data.pdf>, 29.04.2022.
- Clausen, U., Stütz, S., Bernsmann, A. und Heinrichmeyer, H. (2016), Die letzte Meile, in: Fraunhofer (Hrsg.), ZF-Zukunftsstudie, ETM Verlag: Stuttgart.
- Conrad, A., Hoffmann, A. und Neuberger, D. (2018), Physische und digitale Erreichbarkeit von Finanzdienstleistungen der Sparkassen und Genossenschaftsbanken, Review of Regional Research, Vol. 38, Issue 2, Oct. 2018.
- Conrad, A., Peters, F., Neuberger, D. und Rösch, F. (2019), The Impact of Socio-economic and Demographic Factors on the Use of Digital Access to Financial Services - Risk Potential for an Information Divide in the Business Areas of German Savings Banks, in: Credit and Capital Markets, Nr. 3/19.
- Dähner, S., Reibstein, L., Slupina, M. und Klingholz, R. (2019), Urbane Dörfer: Wie digitales Arbeiten Städter aufs Land bringen kann, in: Berlin Institut für Bevölkerung und Entwicklung (Hrsg.), URL: https://www.berlin-institut.org/fileadmin/Redaktion/Publikationen/PDF/BI_UrbaneDoerfer_2019.pdf, 28.04.2022.
- DHL (2020), DHL Standorte finden, Stichwort: Uckermark (und Städte / Orte der Uckermark), URL: <https://www.dhl.de/de/privatkunden/dhl-standorte-finden.html?address=Uckermark&locationType=filialen>, 29.04.2022.
- Digitales Dorf (2022), Digitales Dorf Bayern, URL: <https://www.digitales-dorf.bayern>, 29.04.2022.
- DPD (2020), Paketshop finden - Stichwort: Uckermark (und Städte / Orte der Uckermark), URL: <https://www.dpd.com/de/de/pickup-paketshops/paketshop-finden/>, 29.04.2022.
- Faulin, J., Grasman, S., Juan, A. und Hirsch, P. (2019), Sustainable Transportation: Concepts and Current Practices, in: Sustainable Transportation and Smart Logistics, Elsevier, URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814242-4.00001-6>, 28.04.2022.

- Folgart, U. (2017), § 5 Integrierte Wertschöpfungsketten – Aufschwung für den ländlichen Raum?, in: Härtel, I. (Hrsg.), Wege der Ernährungswirtschaft - global, regional, europäisch , Verlag; Nomos, Seite 103 - 106.
- Frei, X., Ragnitz, J. und Rösel, F. (2018), Kosten kommunaler Leistungserstellung unter dem Einfluss von demografischen Wandel und Urbanisierung, in: ifo Dresden Studie, 80, URL: https://www.ifo.de/DocDL/ifo_Dresden_Studien_80.pdf, 28.04.2022.
- Fröhlich, P., Tschopp, M. und Axhausen, K.W. (2005), Netzmodelle und Erreichbarkeit in der Schweiz: 1950–2000., Institut für Verkehrsplanung (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- GLS (2020), GLS PaketShops in der Nähe finden, Stichwort: Uckermark (und Städte / Orte der Uckermark), URL: <https://www.gls-pakete.de/gls-paketshops>, 29.04.2022.
- Hagen, T., Schäfer, P.K., Schocke, K.-O., Wendt, D.H., Bergold, F., Hofmann, D., Scheel-Kopeinig, S., Stolte, D. und Steinpilz, S. (2020), DeinDepot - Potenzialanalyse zur Umsetzung eines zentralen Depots mit dem Ziel einer umweltfreundlichen und gebündelten Auslieferung von Paketen auf der letzten Meile, URL: https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_3/Kontakt/Professor_inn_en/Wendt/DeinDepot_Abschlussbericht_Langversion.pdf, 29.04.2022.
- Haug, P. und Illy, A. (2011), Größe ist nicht alles – Die Effizienz der kommunalen Leistungserstellung am Beispiel Sachsen-Anhalts, in: Wirtschaft im Wandel, Nr. 17/10, S. 347 - 355.
- Henseling, C., Behrendt, S. und Zwiers, J. (2021), Zirkuläre Innovationen im Bereich Textilien in Berlin - Potenziale und Governance-Ansätze, in: IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH (Hrsg.), Wissen.Wandel.Berlin., Report Nr. 7, URL: https://ecornet.berlin/sites/default/files/2021-04/EcornetBerlin_Report7_CiBER_Zirkuläre%20Innovationen%20Textilien.pdf, 29.04.2022.
- Hermes (2020), PaketShop finden, Stichwort: Uckermark (und Städte / Orte der Uckermark), URL: <https://www.myhermes.de/paketshop/>, 29.04.2022.

- Kampffmeyer, N. und Gensch, C.-O. (2019), Nachhaltiger Konsum durch Digitalisierung?, in: Öko-Institut (Hrsg.), Working Paper 4/2019, URL: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/WP-Konsum-Digitalisierung.pdf>, 29.04.2022.
- König, A. (2019), Den ländlichen Raum bewegen - Praxisbeispiele, Forschungsprojekte und Entwicklungspotenziale, in: Regionalforum Thüringen Nachhaltige Mobilität im ländlichen Raum, URL: https://elib.dlr.de/128107/1/K%C3%B6nig_2019_Den%20l%C3%A4ndlichen%20Raum%20bewegen.pdf, 28.04.2022.
- Kolar, P., Schramm, H.-J. und Prockl, G. (2018), Belt and Road Initiative: Trade Opportunities and Challenges for Intermodal Transport Stakeholders in Europe – The Role of Digitalization and Logistics 4.0, Paper presented at The Annual Conference of the International Association of Maritime Economists, IAME 2018, URL: <https://research.cbs.dk/en/publications/belt-and-road-initiative-trade-opportunities-and-challenges-for-i>, 29.04.2022.
- Kokorsch, M. und Küpper, P. (2019), Trends der Nahversorgung in ländlichen Räumen, in: Johann Heinrich von Thünen-Institut (Hrsg.), Thünen Working Paper 126, URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn061173.pdf, 28.04.2022.
- Korczak, J. und Kijewska, K. (2019), Smart Logistics in the development of Smart Cities, in: Transportation Research Procedia 39 / 2019, pp. 201-211.
- Krüger, M. und Lür, E. (2020), Potenzialstudie zu ländlicher Mobilität, URL: https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/mobilitaet/pdf/studie-potenzial-laendlicher-mobilitaet.pdf, 29.04.2022.
- Kuhlmann, S., Seyfried, M. und Siegel, J. (2017), Wirkungen von Gebietsreformen, Gutachten im Auftrag des Ministeriums des Inneren und für Kommunales des Landes Brandenburgs, Stand der Forschung und Empfehlungen, URL: <https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/ls-kuhlmann/Gutachten/Gutachten-11-06-17.pdf>, 28.04.2022.
- LBV Brandenburg (Hrsg.) (2016), Förderung von innovativen Mobilitätsangeboten im Land Brandenburg (RiLi InnoMob), URL: <https://lbv.brandenburg.de/785.htm>, 29.04.2022.

- LandLogistik (Hrsg.) (2022), LandLogistik verknüpft Frachtkapazitäten, URL: <https://landlogistik.eu>, 29.04.2022.
- Merlin, C. und Bickert, M. (2020), Digitalisierung und ländliche Räume - Fördermaßnahmen des BMEL in der ländlichen Entwicklung, in: zfv, 145. Jg., 2/2020, URL: file:///Users/alexanderconrad/Downloads/zfv_2020_2_Merlin_Bickert.pdf, 29.04.2022.
- Michelsen, C. und Rosenfeld, M.T.W. (2015), Gemeindegröße, Verwaltungsstruktur und Wahlbeteiligung. Auswirkungen der Kommunalreform auf die Legitimation politischer Entscheidungsprozesse, in: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), Gebiets- und Verwaltungsstrukturen im Umbruch, Beiträge zur Reformdiskussion aus Erfahrungen in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, URL: https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/am_360.pdf, 28.04.2022.
- MIL Brandenburg (Hrsg.) (2022), Kombibus, URL: <https://mil.brandenburg.de/mil/de/themen/mobilitaet-verkehr/bahnen-busse/kommunaler-uebriger-oepnv-busse-und-strassenbahnen/kombibus/#>, 29.04.2022.
- PwC (Hrsg.) (2018), Wege aus dem Paketdilemma, URL: <https://www.pwc.de/de/transport-und-logistik/pwc-paketpreisstudie-2018.pdf>, 29.04.2022.
- Regionalstatistik (2020), Regionaldatenbank Deutschland, in: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.), URL: <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/>, 29.04.2022.
- region 4.0 (2022), UCKER Warentakt - Regionales Transportangebot in der Uckermark, URL: <https://region40.de/hf2-projekt-ucker-warentakt/>, 28.04.2022.
- Riesner, A. (2014), Bedeutung und Förderung von Mobilität in ländlichen Räumen, in: zfv 1/2014, URL: <https://geodaesie.info/zfv/heftbeitrag/2810>, 28.04.2022.
- Rietveld, P. und Bruinsma, F.R. (1998), Is transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility, Impacts on the space economy, Springer: Berlin, Heidelberg.
- Schäfer, M., Nölting, B. und Schermer, M. (2016), Regionale Entwicklung, in: Freyer, B. (Hrsg.): Ökologischer Landbau. Grundlagen Wissensstand und Herausforderungen, Bern: Haupt Verlag, S. 205-217.

- Schäfer, M. und König, B. (2018), The role of cooperation for sustainability innovations in the agriculture and food sector, *Int. J. Agr. Ext.*, pp. 65-78, URL: <https://esciencepress.net/journals/index.php/IJAE/article/view/2680>, 29.04.2022.
- Schiller, G. (2010), Kostenbewertung der Anpassung zentraler Abwasserentsorgungssysteme bei Bevölkerungsrückgang, in: *IÖR Schriften*, 51, URL: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-396926>, 28.04.2022.
- Schreier, L. (2014), Aspekte öffentlicher Leistungserbringung vor dem Hintergrund des demografischen Wandels, Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Schroth, F., Maier, M.J., Wagner-Hanl, N. und Inninger, W. (2021), Mobilität neu denken. Ergebnisbericht - Entwicklung eines Modells für die Gestaltung öffentlicher Mobilität im ländlichen Raum mit Hilfe eines ko-kreativen Prozesses am Beispiel der Entwicklungsregion Bayerischer Wald, in: Fraunhofer (Hrsg.), URL: <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/ec5efd0a-a758-47d1-b9ab-23ad492d7193/details>, 29.04.2022.
- Seeling, S., Blotenberg, B. und Haupteltshofer, A. (2021), Innovative Versorgungskonzepte im Bereich der digitalisierten Pflege für den ländlichen Raum, Abschlussbericht im Projekt Dorfgemeinschaft 2.0 - Das Alter im ländlichen Raum hat Zukunft, URL: https://www.hs-osnabrueck.de/fileadmin/HSOS/Homepages/Dorf2-0/Abschlussbericht_DG2.0_-_Digitalisierte_Pflege.pdf, 29.04.2022.
- Siedentop, S., Schiller, G., Koziol, M., Walther, J und Gutsche, J-M. (2006), Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten - Bilanzierung und Strategieentwicklung, in: BBSR (Hrsg.), BBR-Online-Publikation Nr. 3/2006, URL: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2002_2006/DL_ON032006.pdf?__blob=publicationFile&v=3, 28.04.2022.
- Skoupy, H. (2016), Landkreis streicht Kilometer - 44 Buslinien von Einsparungen betroffen, in: Nordkurier, URL: <https://www.nordkurier.de/prenzlau/44-buslinien-von-einsparungen-betroffen-1526105611.html#:~:text=Demnach%20werden%20auf%2044%20Linien,28%20Linien%20bleiben%20unangetastet.,> 29.04.2022.
- SMILE (2019), Zuverlässig, schnell, bequem - was der Empfänger von der Paketzustellung der Zukunft erwartet, Eine Studie von GS1 Germany im Rahmen des For-

- schungsprojekts SMile, URL: https://smile-project.de/wp-content/uploads/2019/04/GS1_Smile_Broschuere.pdf, 28.04.2022.
- Statista (2016), Erfolgsquote der Paketzustellung beim 1. Versuch durch ausgewählte KEP-Dienstleister in Deutschland im Jahr 2016, Statista Suche, Stichwort: Erfolgsquote der Paketzustellung.
- Trapp, M. und Swarat, G. (2015), Smart Services für ein Land von morgen, in: IM+io, Heft 2 / Juni 2015, URL: https://www.im-io.de/wp-content/uploads/2015/12/sp_trapp_swarat.pdf, 28.04.2022.
- Troeger-Weiß, G. und Anslinger, J. (2015), Neue Voraussetzungen für den ländlichen Raum: Demografischer Wandel und Digitalisierung, in: Arend, H. und Troeger-Weiß, G. (Hrsg.), Starke Wirtschaft – Starke Regionen. Gute Aussichten für das Land (S. 20-22). Kaiserslautern.
- Uckelmann, D. (2008), A Definition Approach to Smart Logistics, in: Balandin, S., Moltchanov, D. and Koucheryavy, Y. (eds) Next Generation Teletraffic and Wired / Wireless Advanced Networking, NEW2AN 2008, Lecture Notes in Computer Science, Vol 5174. Springer, Berlin, Heidelberg, URL: https://doi.org/10.1007/978-3-540-85500-2_28, 28.04.2022.
- Williger, B. und Wojtech, A. (2018), Digitalisierung im ländlichen Raum - Status Quo und Chancen für Gemeinden, in: Fraunhofer (Hrsg.), White Paper, URL: https://www.scs.fraunhofer.de/content/dam/scs/DE/download/studien/Digitalisierung_im_L%C3%A4ndlichen_Raum_WhitePaper_FraunhoferSCS.pdf, 28.04.2022.