

Smart-City-Logistik und mögliche Rolle des öffentlichen Verkehrs

Master Thesis

EMBA Digital Transformation

Fachhochschule Graubünden

Oktober 2019



Diplomandin

Martina Blum

Auftraggeber

Andreas Uhl
Verkehrsbetriebe Zürich

Betreuer

Prof., Mag. oec. Günter Bader
Fachhochschule Graubünden
Standort Zürich

Titelbild: Projekt KoMoDo, Berlin (eigenes Bild)

Gemäss Leitfaden Master Thesis der HTW Chur sind geschlechtergerechte Formulierungen zu verwenden. Generalklauseln, in denen festgehalten wird, dass die gewählten personenbezogenen Bezeichnungen für beide Geschlechter gelten, sind dabei nicht erwünscht. Diese Arbeit orientiert sich deshalb am [Reglement für die sprachliche Gleichstellung der Stadt Zürich](#) (Stadtratsbeschluss vom 11. September 1996), welches ebenfalls vorgibt, dass Personenbezeichnungen jeglicher Art so zu wählen sind, dass sie Frauen und Männer gleichermaßen bezeichnen oder ansprechen.

Management Summary

Der wachsende Onlinehandel und die zunehmende Urbanisierung stellen die Logistikbranche und das städtische Verkehrssystem vor grosse Herausforderungen. In den kommenden Jahren wird sich der Druck verstärken – durch neue Angebote wie etwa Same-Day- oder Instant-Delivery (Lieferung gleichentags oder sofort). Dies führt zu häufigeren Zustellungen und kleineren Sendungsgrössen, was Verkehr und Umwelt zusätzlich belastet. Während der Individualverkehr seit vielen Jahren im Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit und der strategischen Verkehrsplanung der Städte ist, wird die aktuelle Logistikpraxis bisher wenig hinterfragt.

Die Arbeit zeigt auf, wo Lösungsansätze liegen, um die City-Logistik in eine nachhaltige Richtung zu lenken und was eine Stadt wie Zürich dazu beitragen kann. Exemplarisch wird die letzte Meile der Paketdistribution beleuchtet. Im Zentrum stehen dabei die Treibhausgasemissionen.

Umfeld Digitalisierung, Handel, Logistik und Verkehr

Die digitale Transformation und die zunehmende Vernetzung von Menschen und Dingen eröffnen neue Kommunikationswege und Geschäftsmodelle. Etablierte Branchen wie der Handel werden komplett umstrukturiert und innerstädtische Warenströme werden sich aufgrund von Direktlieferungen, Sharing-Modellen oder Entmaterialisierung von Produkten ändern. Digitalisierung, Handel, Logistik und Verkehr müssen also integriert betrachtet werden, weit über ökologische, ökonomische oder technologische Fragestellungen hinaus. Gesellschaftlich-kulturelle Fragen, die sich in diesem Zusammenhang stellen, betreffen die Gestaltung der Innenstädte, den Umgang mit autonomen Lieferfahrzeugen oder die Nachhaltigkeit unseres Konsumverhaltens.

Smart-City-Logistik-Lösungen

Im Bereich City-Logistik sind neue Ansätze gefragt, die den Entwicklungen der digitalen Transformation aktiv begegnen und das System in eine nachhaltige Richtung lenken. In dieser Arbeit wird dafür der Begriff Smart-City-Logistik verwendet – in Anlehnung an den Smart-City-Gedanken, partizipativ Lösungen zum Nutzen für die Menschen und Unternehmen der Stadt zu finden.

Die derzeitigen Smart-City-Logistik-Ansätze lassen sich in drei Gruppen einteilen: umweltfreundliche und autonome Auslieferung, Abholmodelle sowie umfassende Kooperationsansätze. Letztere schneiden bezüglich der definierten Smart-City-Merkmale am besten ab. Als Idealtypus einer Smart-City-Logistik gilt derzeit ein über das Gesamtsystem optimierter Ansatz, bestehend aus einer möglichst CO₂-armen Anlieferung an einen stadtnahen City-Hub. Von dort soll die Verteilung neu zweistufig erfolgen: Zunächst wird die Ware möglichst CO₂-arm und – falls sinnvoll – überbetrieblich gebündelt an Mikro-Hubs oder Abholstationen geliefert, wo die Kundschaft sie auf einem "sowieso"-Weg ab-

holt. Oder die Ware wird emissionsfrei und flächeneffizient weiterverteilt. Einem unternehmensübergreifenden, stadtweiten Hub-Modell stehen noch gewisse Hürden entgegen: mangelnde Wirtschaftlichkeit und Bereitschaft eines kooperativen Vorgehens der Marktteilnehmenden sowie die Sicherung entsprechender Logistikflächen.

Mit verschärften Rahmenbedingungen für die Auslieferung auf der letzten Meile, dem Einbezug der externen Kosten unseres Konsumverhaltens, der zunehmenden Komplexität des Systems und dem rasanten Wandel, wird ein einzelnes Unternehmen bezüglich Effizienz mehr und mehr an Grenzen stossen. Kooperative oder kooperative Lösungen rücken damit vermehrt in den Vordergrund.

Beitrag der Städte – am Beispiel der Stadt Zürich

Der Onlinehandel gilt in der allgemeinen Wahrnehmung meist als unökologisch. Diese pauschale Bewertung wird am Beispiel der Paketpost in der Stadt Zürich kritisch beleuchtet. Ein Vergleich mit privaten Einkaufsfahrten bestätigt, dass die letzte Meile der Paketdistribution kein Klima-, sondern ein Flächenthema ist. Wird jedoch eine Treibhausgasneutralitätsstrategie verfolgt, besteht dennoch Handlungsbedarf.

Als wichtigste Einzelmassnahme zur Entschärfung der Verkehrsproblematik gilt die Einführung eines landesweiten Mobility-Pricing mit flankierenden Lenkungsmassnahmen wie z. B. einer CO₂-Abgabe auf fossile Treibstoffe. Im Handlungsspielraum der Stadt erweisen sich planerische Massnahmen wie die Sicherung von Logistikflächen als besonders dringlich.

Der öffentliche Verkehr könnte einerseits einen vielfältiger werdenden Mittransport privater Waren antizipieren und unterstützen, andererseits wurden drei Anknüpfungspunkte an ein stadtweites Smart-City-Logistik-Konzept identifiziert: 1) Mikro-Hubs oder Abholstationen an zentralen Orten zur Verfügung stellen; 2) Trassen für Warentransport freigeben; 3) einen Langstreckenbeitrag an ein zweistufiges Hub-Verteilsystem leisten. In einer ersten Phase könnten die städtischen Verkehrsbetriebe im Rahmen eines Pilotprojekts zusammen mit weiteren Unternehmen und der Bevölkerung eine Plattform für Austausch und Ausprobieren bieten, z. B. zu Abholstationen an Haltestellen.

Um die Weichen in Richtung Smart-City-Logistik zu stellen, braucht es einen Mix aus verschiedenen Instrumenten, Technologien und Distributionsmodellen. Digitalisierung ist Auslöser des Wandels und wird auch die Lösung unterstützen. Es sind allerdings nicht technologische Hürden, die bisher den Durchbruch von Smart-City-Logistik verhindert haben. Für einen spürbaren Richtungswechsel zentral ist vielmehr, dass die Ressourcenthematik ins Preismodell einfließt und dass alle Akteurinnen und Akteure erfolgreich zusammenspielen.

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	III
Inhaltsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung	3
1.2 Vorgehen, Methodik und Aufbau.....	3
1.3 Abgrenzung	6
1.4 Stadt Zürich	7
1.5 Verkehrsbetriebe Zürich	9
2 Smart-City-Logistik: Begriffsverständnis am Beispiel der Stadt Zürich.....	11
2.1 City-Logistik	11
2.2 Smart City Zürich.....	16
2.3 Smart-City-Logistik	18
3 Umfeldanalyse Handel, Logistik, Verkehr	19
3.1 Gesellschaft.....	20
3.1.1 Digitalisierung und Konnektivität	21
3.1.2 Urbanisierung	22
3.1.3 Individualisierung	22
3.1.4 Demografischer Wandel	23
3.1.5 Neo-Ökologie.....	24
3.2 Natur.....	25
3.3 Wirtschaft.....	27
3.3.1 Wachstum Onlinehandel	27
3.3.2 Entwicklung hin zu Omni-Channel und Direktvermarktung	28
3.3.3 Neue Geschäftsmodelle	31
3.3.4 Auswirkungen auf die urbane Kleingüterlogistik.....	35

3.4 Technologie	38
3.4.1 Künstliche Intelligenz (KI)	40
3.4.2 XR – Augmented and Virtual Reality	40
3.4.3 Transport	42
4 Smart-City-Logistik	43
4.1 Bedürfnisse der Anspruchsgruppen	44
4.2 Merkmale einer Smart-City-Logistik	47
4.3 Ansätze einer Smart-City-Logistik	48
4.3.1 Umweltfreundliche und autonome Auslieferung	49
4.3.2 Abholmodelle	63
4.3.3 Ganzheitliche Kooperationsansätze	69
4.4 Zielbeiträge der Smart-City-Logistik Ansätze	80
4.5 Mögliche Rolle des öffentlichen Verkehrs	81
4.5.1 Private Warentransporte mit Nutzung ÖV	82
4.5.2 Einbindung ÖV in ein Smart-City-Logistik-Konzept	83
4.6 Exkurs: Visionäre Smart-City-Logistik-Lösungen	84
5 Paketzustellung Stadt Zürich.....	86
5.1 Funktionsweise Paketmarkt und -zustellung	87
5.2 Abschätzung Mengen	89
5.2.1 Pakete und Fahrten	89
5.2.2 Treibhausgasemissionen Onlinehandel vs. private Einkaufsfahrten	93
6 Handlungsempfehlungen Smart-City-Logistik Stadt Zürich.....	98
6.1 Stadt	99
6.2 Kurier-, Paket- und Express-Dienste	107
7 Fazit und Ausblick.....	109
7.1 Fazit	109
7.2 Ausblick	112
Literaturverzeichnis	114
Anhang.....	130
Eigenständigkeitserklärung	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abkürzungsverzeichnis

AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BIEK	Bundesverband Paket & Expresslogistik
BtC, B2C	Business-to-Customer
CST	Cargo sous terrain
DtC	Direct-to-Customer
ewz	Elektrizitätswerk Stadt Zürich
GDI	Gottlieb Duttweiler Institut
GR	Gemeinderat
IMD	International Institute for Management Development
IoT	Internet-of-Things
IVT	Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
KI	Künstliche Intelligenz
KEP	Kurier-, Express- und Paket-Dienst/-e / Dienstleistungsunternehmen
NFP	Nationales Forschungsprogramm
MIV	Motorisierter Individualverkehr
O2O	online-to-offline
ÖV	öffentlicher Verkehr
PPP	Public-Private-Partnership
PR	Public Relations
SaaS	Software-as-a-Service
SSV	Schweizerischer Städteverband
STRB	Stadtratsbeschluss

SUTD	Singapore University of Technology and Design
tkm	Tonnenkilometer
Tab.	Tabelle
THG	Treibhausgas/e
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VBZ	Verkehrsbetriebe Stadt Zürich
VCS	Verkehrs-Club der Schweiz
VSV	Verband des Schweizerischen Versandhandels
VR	Virtual Reality
XR	Extended Reality
zGG	zulässiges Gesamtgewicht eines Nutzfahrzeugs

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Alltägliche Anliefersituationen auf beschränktem urbanem Raum (eigene Bilder)	1
Abb. 2	Struktur der Arbeit (eigene Darstellung)	4
Abb. 3	Treibhausgasquellen der Stadt Zürich 2018 (Stadt Zürich Energiebeauftragte, 2019)	8
Abb. 4	Einteilung der Logistikbereiche anhand der Phasen des Produktionsprozesses (eigene Darstellung nach Angaben in (BVL, 2019))	11
Abb. 5	Fahrleistungen im Strassengüterverkehr nach leichten und schweren Fahrzeugen (eigene Darstellung nach Daten (BFS, 2019c))	13
Abb. 6	Transportleistung leichter Güterfahrzeuge nach ausgewählten Warengruppen, 2013 (BFS, 2019d)	13
Abb. 7	Treibhausgas-Emissionen Schweiz nach Sektoren (BAFU, 2019)	14
Abb. 8	CO ₂ -Emissionen des Verkehrs nach Verkehrsmittel, 2017 (ohne internationale Luftfahrt) (BFS, 2019b)	15
Abb. 9	Smart-City-Wheel (Wiederkehr, Kronawitter & Geissbühler, 2019)	18
Abb. 10	Beispielhaftes Zusammenspiel von Handel, Logistik und Verkehr (eigene Darstellung)	19
Abb. 11	Kontextbereiche und Trends im Umfeld von Handel, Logistik und Verkehr (eigene Darstellung)	20
Abb. 12	Marktanteile Onlinehandel am Detailhandel (Hasenmaile et al., 2018)	27
Abb. 13	Traditionelle vs. digitale Customer Journey (Friebel, 2019)	29
Abb. 14	Shopping mit AR-Erlebnis (Alibaba Group, 2018)	30
Abb. 15	Durch Digitalisierung veränderte Wertschöpfungskette (Dauderstädt, 2019)	32
Abb. 16	Gartner-Hype-Cycle for Emerging Technologies 2018 (Panetta, 2018)	38
Abb. 17	Urban-Bike-Festival 2019. Bild: Tiefbauamt Stadt Zürich	41
Abb. 18	Wendepunkt von 2-D Computing zu Spatial Computing (Inbar, 2019)	41
Abb. 19	Self-e VBZ. Bild: Tom Kawara (Wälti, 2018)	42
Abb. 20	Stakeholder-Map Smart-City-Logistik Paketmarkt (eigene Darstellung)	45
Abb. 21	Lastenfahrrad kombiniert mit Schienentransport (Engagement Migros, 2019)	50
Abb. 22	Lastenfahrrad in Kombination mit mobilem Mikro-Depot (Bogdanski, 2017)	51
Abb. 23	Lastenfahrrad mit Containerbox (Deutsche Post DHL Group, 2017)	52
Abb. 24	Lieferroboter (Die Post, 2017)	56
Abb. 25	Autonomes Lieferfahrzeug und autonomer Personenshuttle	59
Abb. 26	Autonomer Lieferwagen Boxbot (Robotics Business Review, 2019)	60
Abb. 27	Autonomes Logistikfahrzeug (twitter.com/bugalog, Eintrag vom 3.9.2019)	60
Abb. 28	Mercedes Benz Trend Studie Vision Van für die City-Logistik (Daimler, 2019)	61

Abb. 29	Verschiedene Arten von Abholstationen (eigene Darstellung)	64
Abb. 30	Offene, autonome Abholsysteme	65
Abb. 31	Proprietäre, autonome Abholsysteme von KEP und Handel	66
Abb. 32	Mobiler, bedienter Pick-up Point (SBB, 2017)	67
Abb. 33	Zweite Distributionsebene in der Stadt (Mauch, 2017)	70
Abb. 34	Güterverkehrskonzept mit City-Hub und Mikro-Depots in Basel (Olivieri, 2019), (eigene Bearbeitung)	71
Abb. 35	"Hôtel logistique", Paris (Vogel, 2018)	72
Abb. 36	City-Logistik CST (Cargo sous terrain, 2019)	72
Abb. 37	Mikro-Depot- resp. Mikro-Hub-Konzept (Bogdanski, 2017)	73
Abb. 38	Mobile Mikro-Depots in Hamburg und München	74
Abb. 39	Projekt KoMoDo: Umschlagplatz und Lastenvelo eines KEP (eigene Aufnahme)	74
Abb. 40	Cargo-Tram Zürich (VBZ, 2019b)	77
Abb. 41	Logistiktram Frankfurt (Frankfurter Allgemeine, 2019)	78
Abb. 42	Cargo-Hitching (CubeBreaker, 2019)	79
Abb. 43	Beispiele zur Nutzung von Auto, ÖV und Fahrrad in einem multioptionalen Verkehrssystem (eigene Darstellung)	81
Abb. 44	On-Demand-Ride-Pooling: Funktionsweise und Beispiel Anaheim	82
Abb. 45	Smart-City-Logistik-Modell "Ökologische Feinverteilung"	85
Abb. 46	Mengenentwicklung Pakete Schweizer Post (Die Post, 2019e)	88
Abb. 47	Entwicklung Paketvolumen Post bis 2023 (Sierau & König, 2019)	88
Abb. 48	Tageszustellung Stadt Zürich (König, 2019)	91
Abb. 49	Abendzustellung Stadt Zürich (König, 2019)	93
Abb. 50	Treiber Smart-City-Logistik (eigene Darstellung)	109
Abb. 51	Gegenseitige Weiterentwicklung von Onlinehandel und City-Logistik (eigene Darstellung)	112

Alle Bilder sind Ausschnitte der Originalbilder wie in der Quelle angegeben.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	CO ₂ -Emissionen Last-, Lieferwagen und City-Logistik im Vergleich (eigene Berechnung)	16
Tab. 2	Spannungsfelder und Merkmale einer Smart-City-Logistik (eigene Darstellung)	47
Tab. 3	Einordnung Smart-City-Logistik-Ansätze (eigene Darstellung)	48
Tab. 4	Darstellung des Zielbeitrags verschiedener Smart-City-Logistik-Ansätze (eigene Darstellung)	80
Tab. 5	Abschätzung gefahrene Kilometer Pakete Post Tageszustellung Stadt Zürich (eigene Berechnung)	90
Tab. 6	Abschätzung gefahrene Kilometer Pakete Post Abendzustellung Stadt Zürich (eigene Berechnung)	92
Tab. 7	Abschätzung THG-Emissionen pro Paket der Tageszustellung Stadt Zürich (eigene Berechnungen)	94
Tab. 8	Abschätzung Distanzen und THG-Emissionen privater Einkaufsfahrten in der Stadt Zürich (eigene Berechnungen)	96

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das Warenangebot im Internet steigt stetig. Dabei handelt es sich vielfach um Kleingüter, die dort erstanden werden und möglichst schnell ausgeliefert werden sollen. Die Retourquoten liegen dabei teilweise im hohen zweistelligen Prozentbereich, so dass ein nicht zu vernachlässigender Warenstrom retour zu den Auslieferungen hinzukommt. Mit zunehmender Akzeptanz von Seite der Kundinnen und Kunden, zunehmendem Ausbau des Angebots von Seiten Anbieterinnen und Anbietern und sich weiter entwickelnden Kundenbedürfnissen wird sich dieser Trend künftig noch akzentuieren. Beispiele dafür sind Same-Day-Delivery; d. h. Auslieferung der Ware am gleichen Tag der Bestellung, oder Echtzeitsteuerung.

Verkehrspolitisch bisher wenig im Fokus ist die derzeitige Logistikpraxis: Lieferfahrzeuge einer Vielzahl von Logistik- und Handelsunternehmen sind immer häufiger und länger unterwegs. Die Antriebe sind grösstenteils fossil. Der Lieferverkehr erfolgt wenig konzentriert und in den meisten Fällen bis an die Lieferadressen in den Wohnquartieren. Die Folgen sind Zielkonflikte im schon sehr verdichteten urbanen Raum. Die Fahrzeuge sind wenig flächeneffizient und konkurrieren mit anderen Nutzungen wie Fahrrad- oder Fussverkehr (vgl. Abb. 1).



Abb. 1 Alltägliche Anliefersituationen auf beschränktem urbanem Raum (eigene Bilder)

Gleichzeitig sind die gesellschaftlichen Erwartungen, dass in den Städten der motorisierte Individualverkehr nicht weiter ansteigen soll oder in gewissen Gebieten ganz ausgeschlossen wird (sog. „Letzte-Meile“-Thematik). Auch für die Reduktion der Treibhausgas (THG)-Emissionen gelten hohe Zielsetzungen.

Die bisherige Logistikpraxis scheint weder ökonomisch noch ökologisch nachhaltig zu sein. Dennoch nimmt die Gesellschaft die negativen Auswirkungen bisher stillschweigend in Kauf. Zu beachten ist dabei, dass – je nach Einkaufsverhalten der Kundinnen

und Kunden – auch der stationäre Handel in den Städten mehr oder weniger stark zur Treibhausgasemission sowie zum Verkehrsaufkommen beiträgt. Mit dem wachsenden Onlinehandel akzentuiert sich das Problem der City-Logistik und das Thema erhält langsam auch in einer breiteren Öffentlichkeit mehr Aufmerksamkeit.

Vorbildliche, innovative Ansätze für eine nachhaltige City-Logistik gibt es einige. Die Städte sind nun gefordert, den sich abzeichnenden Wandel in der urbanen Logistik aktiv mitzugestalten, das Thema Logistik vermehrt in ihre Gesamtverkehrsstrategie einzubinden und die Rahmenbedingungen so setzen, dass der multimodale, urbane Verkehr gesamtheitlich in eine nachhaltige Richtung gelenkt wird. Vielleicht sind die in den letzten Jahren vielerorts entwickelten Smart-City-Strategien eine gute Gelegenheit, dem Thema City-Logistik wieder mehr Beachtung zu schenken und partizipativ, gemeinsam mit den Anspruchsgruppen, nachhaltige, digital-unterstützte Lösungen, Smart-City-Logistik-Lösungen sozusagen, zu entwickeln.

Diese Arbeit soll ein Diskussionsbeitrag sein, wie eine städtische Logistik in eine nachhaltige Richtung gelenkt werden könnte; dies mit Weitblick und Offenheit. Auftraggeberin dieser Arbeit sind die Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich (VBZ). Mit einer hervorragenden Infrastruktur und ihren Angeboten leisten sie derzeit einen grossen Beitrag, den Personenverkehr in der Stadt nachhaltig zu gestalten. Die VBZ denken aber über ihren derzeitigen Horizont hinaus und fragen sich, ob ihre Erfahrung und die städtische Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs nicht auch im Warenverkehr einen Lösungsbeitrag leisten könnte.

Nicht zuletzt möchte die Arbeit auch das Bewusstsein für Zusammenhänge schärfen, die von unserem Konsumverhalten bis zum Wunsch nach Klimaschutz reichen, den eine Vielzahl von Bürgerinnen und Bürger weltweit in den letzten Monaten eindrücklich geäußert hat. Die urbane Logistik ist Teil sowohl der Ursache des Problems (weitgehend fossiler Transport der Konsumgüter) wie von wirksamen Lösungen (klimafreundliche, innovative Logistik-Ansätze). Sie ist jedoch kein Selbstzweck an sich, sondern erfüllt einen Auftrag, den wir ihr als Bürgerinnen und Bürger, als Konsumentinnen und Konsumenten, geben.

1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Mit dieser Arbeit soll aufgezeigt werden,

- a) wie unter Nutzung digitaler Entwicklungen ein Lösungskonzept für eine nachhaltige urbane Kleingüterlogistik aussehen könnte.
- b) ob bereits heute Empfehlungen zu Händen der Logistikbetreibenden oder der Städte abgegeben werden können, damit das System sanft aber stetig in eine nachhaltige Richtung gelenkt werden kann und welche Voraussetzungen dafür gegeben sein müssten.
- c) ob die Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich – ein Unternehmen des öffentlichen Verkehrs und Teil der Stadtverwaltung – sinnvoll in das Logistikkonzept einbezogen werden können, um einen Beitrag zu leisten, die prognostizierte Zunahme der Gütertransporte in der Stadt so zu bewerkstelligen, dass die ökologische Mehrbelastung möglichst gering bleibt.

Von den Städten erwarten Bürgerinnen und Bürger vermehrt, dass Probleme und Herausforderungen umfassend und kooperativ angegangen werden. Den digitalen Wandel sehen viele dabei als Chance für neue effiziente Lösungsansätze, die möglichst nahe an den Bedürfnissen der Bürgerinnen und Bürger zu liegen kommen sollten. Da es keine eindeutige Definition einer "nachhaltigen urbanen Kleingüterlogistik" gibt, wurde der Smart-City-Ansatz für die Entwicklung möglicher City-Logistik-Lösungen gewählt. Dies, da in diesem Ansatz die digitale und die nachhaltige Entwicklung integriert betrachtet werden.

Da subjektiv der Onlinehandel oft als wenig ökologisch und Verursacher einer Vielzahl von Verkehrskonflikten wahrgenommen wird, wird diese Wahrnehmung kritisch reflektiert und der Onlinehandel bzgl. Anzahl Fahrten und Treibhaugas-Emissionen anteilmässig im gesamten städtischen Verkehrssystem eingeordnet.

Aufgabenstellung a) wird allgemein hergeleitet auf Basis von Pilotprojekten aus verschiedenen Städten. Aufgabenstellung b) und c) wird mit Daten aus dem Schweizer Paketmarkt und am Beispiel der Stadt Zürich erarbeitet.

1.2 Vorgehen, Methodik und Aufbau

Die Arbeit besteht – neben der Einleitung (Kap. 1), der Herleitung des Begriffsverständnisses Smart-City-Logistik (Kap. 2) sowie einem Fazit mit Ausblick am Schluss (Kap. 7) – aus vier Hauptteilen (Kap. 3 bis 6; vgl. Abb. 2): Grundlage bildet eine Umfeldanalyse zu den Themen Handel, Logistik und Verkehr. Denn der Anstieg des Paketverkehrs kann

nicht isoliert betrachtet werden, sondern ist in den gesellschaftlichen Kontext der digitalen Transformation einzuordnen. Um Lösungen zu entwickeln, muss zunächst das heutige System und sein Umbruch verstanden werden. Anhand dieser Analyse und mit Hilfe von "Best-Practice-Lösungen" sollen Trends erkannt und Merkmale einer Smart-City-Logistik herausgearbeitet werden. Anschliessend wird spezifisch für die Stadt Zürich die Paketzustellung und ihre Relevanz im Gesamtsystem betrachtet. Dies, um anschliessend Handlungsempfehlungen für die Stadt Zürich, z. Hd. von Stadt, Kurier-, Express- und Paket-Dienstleistungsunternehmen (KEP) und öffentlichem Verkehr (ÖV) geben zu können.

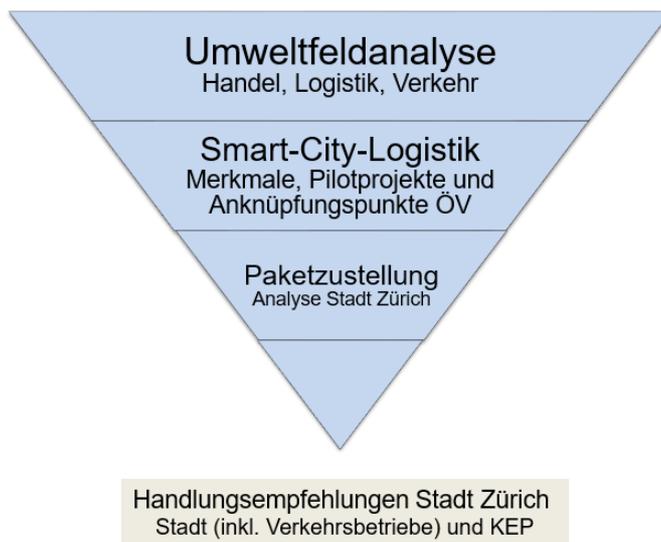


Abb. 2 Struktur der Arbeit (eigene Darstellung)

Umfeldanalyse Handel, Logistik, Verkehr (Kap. 3)

In Kapitel 3 soll ein Verständnis geschaffen werden, wie Markt, Technologien und Kundenbedürfnisse sich heute an der Schnittstelle von Onlinehandel und Logistik darstellen und wie relevante Player die künftige Entwicklung antizipieren. Dazu wurden neben Deskresearch zehn Interviews und sechs themenspezifische Gespräche mit Vertreterinnen und Vertretern aus Logistikunternehmen, Wissenschaft, Handel und Stadtverwaltungen geführt (vgl. Anhang 4). Ziel war es qualitative und aktuelle Statements zu einem sich rasch entwickelnden Umfeld zu erhalten. In diesem Abschnitt wird der Fokus weit aufgemacht, um Trends an der Schnittstelle von Handel und urbaner Logistik zu erkennen und einzuordnen.

Smart-City-Logistik: Merkmale und Pilotprojekte (Kap. 4)

Aus der Literatur, den Interviews und Gesprächen mit den Expertinnen und Experten sowie den drängenden Problemen von Städten wie beispielsweise Zürich werden in Kapitel 4 Merkmale einer Smart-City-Logistik entwickelt.

Verschiedene Ansätze von Smart-City-Logistik-Konzepten werden mit Hilfe aktueller Pilotprojekte vorgestellt. Dies, um ein Verständnis zu erhalten, was bereits heute möglich ist, in welche Richtung die Entwicklungen laufen und wo die Herausforderungen und Grenzen in der Praxis liegen. Der Fokus wird also gegenüber Kapitel 3 enger gestellt, es wird das heute Machbare betrachtet und eine Auswahl an Merkmalen einer Smart-City-Logistik definiert. Die Smart-City-Logistik-Ansätze werden dann anhand der entwickelten Merkmale beurteilt, um einen Anhaltspunkt für deren Wirkungsbeiträge und letztlich die Handlungsempfehlungen zu bekommen.

Ein weiterer Teil widmet sich im Sinne der Aufgabenstellung der möglichen Rolle des öffentlichen Verkehrs mit Bezug auf die Smart-City-Logistik. Hierzu muss aufgrund des teilweise langfristigen Planungshorizonts der Fokus zunächst wieder etwas weiter aufgemacht werden. Unter Berücksichtigung der grossen Disruptionen im Transportbereich wird zuerst die Entwicklung des ÖV vor diesem Hintergrund beleuchtet, bevor die Frage nach möglichen Anknüpfungspunkten beantwortet werden kann.

Ergänzend zur analytischen Annäherung an das Thema, wurde gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern relevanter Anspruchsgruppen – Städten, Logistikunternehmen, Handel, Konsumentinnen und Konsumenten – in einem Workshop in Anlehnung an die Design-Thinking-Methode (Lewrick, Link & Leifer, 2018) ein emotionaler, mehr intuitiver Zugang zum Thema Smart-City-Logistik erschlossen. Der Fokus wurde hier auch bewusst weit gestellt, um über das heute Machbare und Vorstellbare hinausdenken zu können. Ergebnisse des Workshops sind visionäre Smart-City-Logistik-Lösungen. Diese werden beispielhaft in einem Exkurs vorgestellt. Weitere Informationen zum Workshop finden sich im Anhang 5.

Paketzustellung: Analyse Stadt Zürich (Kap. 5)

In Kapitel 5 wird – ausgehend von der Problemstellung des steigenden Onlinehandels und des prognostizierten Anstiegs der Paketmenge – die Situation konkret für die Schweiz resp. die Stadt Zürich betrachtet. Für ein besseres Verständnis wurden zudem mit Hilfe von Daten, die die Post im Rahmen dieser Arbeit zur Verfügung gestellt hat, die tatsächlichen Mengen und Kilometer der täglichen Paketzustellung in der Stadt Zürich abgeschätzt. Daraus wurden die THG-Emission ermittelt, die durch den Paketverkehr

anfallen. Um die Relevanz abzuschätzen, wurden die THG-Emissionen des Paketverkehrs den Emissionen aus privaten Einkaufsfahrten gegenübergestellt.

Handlungsempfehlungen Stadt Zürich (Kap. 6)

Aus den Ergebnissen der Beurteilung der Smart-City-Pilotprojekte, der Interviews und Gespräche mit den Expertinnen und Experten, des Smart-City-Logistik-Workshops sowie der Relevanzanalyse am Beispiel des Paketmarktes in der Stadt Zürich, wird im letzten Teil aufgezeigt, wie die Stadt und die KEP die Entwicklung hin zu einer Smart-City-Logistik unterstützen könnten. Dabei wird auch die Rolle weiterer wichtiger Anspruchsgruppen wie des übergeordneten Regulators sowie der Kundinnen und Kunden beleuchtet. Anknüpfungspunkte zur VBZ werden im Teil Stadt ausgewiesen.

1.3 Abgrenzung

Derzeit lebt über die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten. In 2050 werden es mehr als zwei Drittel sein (United Nations, 2018). Die betrachtete Problematik an der Schnittstelle von Konsumverhalten, Handel, Logistik und Verkehr wird sich also v. a. im urbanen Bereich akzentuieren. Aus den sehr breiten Themenfeldern der urbanen Kleingüterlogistik, der Nachhaltigkeit sowie der Smart-City fokussiert die Arbeit auf folgende Aspekte:

- letzte Meile in den Städten
- Paketlogistik
 - BtC-Markt (Business-to-Customer)
 - Lieferung an private Haushalte
 - Erwarteter Anstieg kleiner Paketpost
- Lieferwagen bis 3.5 t zulässiges Gesamtgewicht (zGG)
- möglicher Beitrag ÖV
- Treibhausgasemissionen
- künftige Entwicklungen im Bereich Digitalisierung
- neue Kooperationsformen

Nicht im Fokus sind:

- Transportweg bis zur Stadt
- Palettenanlieferung von Stückgut
- Baustellenlogistik
- THG-Emissionen der Verpackung
- weitere Nachhaltigkeitsthemen
- technisch nötige Infrastruktur
- IT-Lösungen
- Recht und Datenschutz
- Raumplanerische Fragestellungen

1.4 Stadt Zürich

Die Stadt Zürich ist mit mehr als 430'000 Einwohnerinnen und Einwohnern die grösste Schweizer Stadt und ein wichtiges wirtschaftliches Zentrum. In den nächsten zehn Jahren wird ein Anstieg auf über eine halbe Million Einwohnerinnen und Einwohner erwartet (Stadt Zürich Präsidiatdepartement, 2019). Der Metropolitanraum Zürich umfasst mehr als 1.7 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner und ist - neben Basel, Bern, Genf-Lausanne und Tessin - einer von fünf Metropolitanräumen der Schweiz (ARE, 2019a).

In der Gemeindeordnung der Stadt Zürich sind seit mehr als zehn Jahren die Zielsetzungen der sogenannten 2000-Watt-Gesellschaft verankert, die vorgeben, den Primärenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Im Masterplan Energie der Stadt Zürich (Stadt Zürich, 2016b) sind diese Vorgaben wie folgt quantifiziert:

- 1) Reduktion Primärenergie von 5000 Watt pro Einwohnerin und Einwohner in 2005 auf 2500 Watt bis 2050 (davon 80 % erneuerbare Energie)
- 2) Reduktion der Treibhausgasemissionen aus Strom-, Wärme- und Kälteversorgung sowie aus der Mobilität von 5.5 Tonnen pro Einwohnerin und Einwohner und Jahr in 2005 auf 1 Tonne pro Person und Jahr in 2050.

Aktuell (5-Jahresmittelwerte) liegt der Primärenergiebedarf ausgedrückt in Dauerleistung bei rund 3500 Watt pro Person und die Treibhausgasemissionen bei 4.4 Tonnen pro Person und Jahr (Stadt Zürich Energiebeauftragte, 2019). Nicht berücksichtigt in dieser Bilanz ist der gesamte Konsumbereich (ausser Energiekonsum, Mobilität und Flugreisen). Die THG-Emissionen des fossilen Landverkehrs, zu dem die urbane Kleingüterlogistik in der heutigen Praxis zählt, haben aktuell einen Anteil von rund 20 % an den städtischen THG Emissionen (vgl. Abb. 3) und lagen im Jahr 2018 bei rund 0.9 Tonnen.

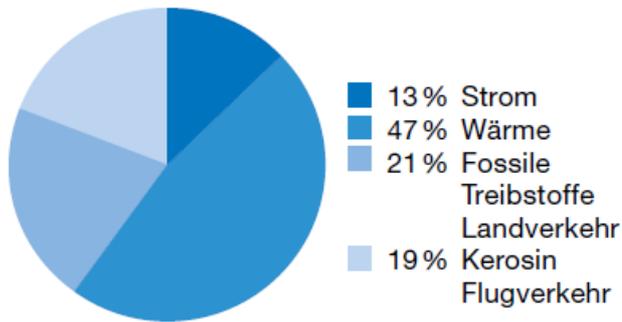


Abb. 3 Treibhausgasquellen der Stadt Zürich 2018 (Stadt Zürich Energiebeauftragte, 2019)

Um die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen zu erreichen, wendet die Stadt gemäss Masterplan Energie (Stadt Zürich, 2016b) die folgenden drei Grundsätze an:

- 1) Suffizienz, d. h. Reduktion der Nachfrage nach energierelevanten Gütern und Dienstleistungen.
- 2) Effiziente Energienutzung, d. h. Reduktion des Energieverbrauchs durch Steigerung der Energieeffizienz bei Gebäuden, Prozessen und Geräten sowie im Bereich Mobilität.
- 3) Zielkonforme Energieträgerwahl, d. h. prioritärer Einsatz von Energieträgern mit tiefen Treibhausgasemissionen und Primärenergiefaktoren

Das Thema "Gewerbe- und Güterverkehr" ist im Programm "Stadtverkehr 2025" als sogenannte "Strategische Planung" verankert; mit folgender Ergänzung: "Neue oder optimierte Lösungen für die effiziente, stadtverträgliche Abwicklung des Gewerbe- und Güterverkehrs sowie der Anlieferung" (Stadt Zürich Tiefbau- und Entsorgungsdepartement, 2019b). Dazu sind zwei Massnahmen definiert:

- Optimierung von Güterumschlagflächen
- Förderung der Elektromobilität im Taxi- und Gewerbeverkehr

Die Stadt Zürich erhält in verschiedenen Bereichen, die Schnittstellen zur Smart-City-Logistik aufweisen, regelmässig Auszeichnungen, u.a. ist sie seit 2004 Energiestadt Gold (Stadt Zürich Departement der Industriellen Betriebe, 2019b) und belegt, sowohl beim Urban Mobility Index des Londoner Centre for Economics and Business Research (Cebr) als auch beim aktuellen Sustainable Cities Index von Arcadis Platz 6 (Skero & Coy, 2017), (Arcadis, 2019).

Derzeit liegen verschiedene politische Vorstösse zu einer rascheren Absenkung der Treibhausgasemissionen vor. Gleichzeitig wurde der Stadtrat im März 2019 vom Parlament beauftragt, eine Vorlage zur Revision der Gemeindeordnung zu erstellen, mit dem Ziel, eine stringenter Klimapolitik in der städtischen Verfassung festzulegen. Die Stadt Zürich soll sich "im Rahmen ihrer Zuständigkeit" das Ziel setzen, bis 2030 den CO₂-Ausstoss auf "netto Null" pro Einwohnerin und Einwohner zu reduzieren (GR-Nr. 2019/106).

1.5 Verkehrsbetriebe Zürich

Die Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich (VBZ) sind seit 1896 in öffentlicher Hand, als die Stadt Zürich die private Gesellschaft "elektrische Strassenbahn Zürich" gekauft hat und den kommunalen Betrieb "Städtische Strassenbahn Zürich/StStZ" gegründet hat. Die VBZ sind heute gemäss Unternehmensportrait im Züricher Verkehrsverbund (ZVV) neben den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) "der grösste Anbieter von Transportdienstleistungen" (VBZ, 2019d). In ihrer Strategie 2017-2021 bezeichnen sie sich "als führendes Unternehmen des öffentlichen Nahverkehrs" (VBZ, 2019e). Grundsätzlich bezieht sich die Bezeichnung "öffentlicher Verkehr" auf die Beförderung von Personen und den Transport von Gütern. Da die VBZ ausschliesslich Personen transportieren (Ausnahme siehe Kap. 4.3.3.3), sind sie im engeren Sinne dem öffentlichen Personennahverkehr zuzuordnen. Die VBZ transportierten mit 258 Schienenfahrzeugen und 230 Bussen jährlich rund 325 Millionen Fahrgäste, die auf 75 Linien gesamthaft 670 Mio. Personenkilometer zurücklegen. Das Liniennetz umfasst 287 Kilometer. Die gesamte Wagenflotte fährt jährlich 32.6 Mio. Kilometer, das ist jeden Tag mehr als zweimal um die Erde. Diese Fahrleistung sowie weitere Dienstleistungen wurden 2018 von 493 Mitarbeiterinnen und 2101 Mitarbeitern erbracht (VBZ, 2019c).

Die VBZ ist sich bewusst, dass neue Kundenbedürfnisse, Technologien und der Wettbewerb zu "tiefgreifenden Veränderungen der Verkehrssysteme" führen werden (VBZ, 2019d). In ihrem Strategieschwerpunkt "Smarter Mobilitäts-Dienstleister" haben sie deshalb die folgenden drei Ziele definiert (VBZ, 2019e):

- Die VBZ nutzen die Chancen der Digitalisierung.
- Ihre Infrastruktur, Fahrzeuge, Systeme und Anlagen sind für die Herausforderungen der Zukunft gerüstet.
- Die VBZ haben intelligente Fahrassistenzsysteme im Einsatz und analysieren, entwickeln und fördern den Einsatz von (teil-)autonomen Fahrzeugen.

Gleichzeitig möchten die VBZ auch für die Weiterentwicklung der Mobilität in Zürich eine Schlüsselrolle einnehmen und konnten zentrale Elemente im gesamtstädtischen Strategieschwerpunkt "Zukunftsformen der integrierten öffentlichen Mobilität" verankern. Ausserdem wurde in Ergänzung zur obigen strategischen Zielsetzung eine Digitalisierungsstrategie erarbeitet.

Als Beitrag an das gesamtstädtische Ziel der Treibhausgasreduktion wird die VBZ ihre gesamte Flotte elektrifizieren und bis 2030 einen weitgehend emissionslosen öffentlichen Verkehr anbieten. Bereits heute transportieren die VBZ über 80 % ihrer Fahrgäste elektrisch aus 100 % erneuerbaren Quellen (Stadt Zürich Energiebeauftragte, 2019).

Projekte der VBZ mit Bezug zum städtischen Strategieschwerpunkt "Zukunftsformen der integrierten öffentlichen Mobilität" (VBZ, 2019f) sind

- **eBus-Strategie:** Verbleibenden Dieselsebusse bis 2030 weitgehend durch Fahrzeuge mit elektrischen und emissionsfreien Antrieben umstellen.
- **Bedarfsverkehr im ÖV:** Entwicklung eines neuen Mobilitätsangebots im Sinne der Sharing-Economy. Fahrten und Routen orientieren sich nicht mehr an einem fixen Fahrplan oder Streckennetz, sondern Fahrtwünsche mit ähnlichen Reisezielen werden gebündelt und im gleichen Fahrzeug zusammengefasst.
- **Mobilitätsplattform:** Eine einfache, benutzerfreundliche, Informations-, Planungs- und Buchungsplattform lokaler Mobilitätsdienstleistungen.
- **Autonomes Fahren im ÖV:** Testen, wie selbstfahrende Fahrzeuge in einem nachhaltigeren urbanen Mobilitätssystem eingesetzt werden könnten.

Das Mobilitätsmodell in Anhang 1 gibt einen Überblick zu den Zukunftsformen der integrierten öffentlichen Mobilität gemäss Strategieschwerpunkt.

2 Smart-City-Logistik: Begriffsverständnis am Beispiel der Stadt Zürich

Da es sich bei Smart City um einen relativ neuen Begriff handelt, der noch nicht allgemein einheitlich definiert ist, stellt dieses Kapitel im Sinne eines Begriffsverständnisses und zur Eingrenzung dieser Arbeit die Begriffe City-Logistik, Smart City und Smart-City-Logistik mithilfe von Daten der Schweiz und der Stadt Zürich vor.

2.1 City-Logistik

Logistik ist die "Organisation und Steuerung der gesamten Lieferprozesse – vom Rohstoffabbau bis zur Ablieferung an den Verbraucher" (Bundesvereinigung Logistik [BVL], 2019). Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf einen Teilbereich der Logistik, die City-Logistik. Für diesen Begriff gibt es keine eindeutige Definition. Zum Zwecke dieser Arbeit wird die City-Logistik thematisch wie lokal abgegrenzt: Es werden nur Teile der urbanen Logistikbereiche "Distribution und Absatz" sowie "Entsorgung" betrachtet (vgl. Abb. 4).



Abb. 4 Einteilung der Logistikbereiche anhand der Phasen des Produktionsprozesses (eigene Darstellung nach Angaben in (BVL, 2019))

Innerhalb der Distributionslogistik wird schwerpunktmässig der Teil der Transportvorgänge betrachtet, der es ermöglicht, dass die online bestellte Ware mit der Kundschaft zusammenkommt.

Räumlich wird auf die letzte Meile fokussiert, d.h. "jene Logistikleistung, welche mit der Übergabe des Transportguts zum Empfänger in Verbindung steht" (Rapp Trans AG & GS1 Switzerland, 2018).

Der Güterverkehr ist ein weiterer wichtiger Begriff im Zusammenhang mit der City-Logistik. Er "versorgt die Unternehmen mit Produktions- und die Bevölkerung mit Konsumgütern und [...] ermöglicht den [...] Handel mit Waren" (BFS, 2018b).

Der Güterverkehr ist somit ein zentraler Bestandteil der Logistik resp. ermöglicht es der Logistik, einen Teil ihrer Aufgaben gem. Definition (siehe oben) wahrzunehmen. Im Sinne der Abgrenzung der Arbeit wird auch beim Güterverkehr in der Stadt nur der Teilbereich betrachtet, der die, für die Thematik relevanten Bereiche der Distributions- und Entsorgungslogistik (hiervon nur den Teil "Versand von Retourware"), unterstützt. Statistisch ist dieser Bereich nicht abgrenzbar. Schon die Abgrenzung zwischen motorisiertem Individualverkehr und Güterverkehr ist nicht messerscharf möglich. Denn was statistisch erfasst werden kann, sind letztlich die Fahrzeuge und ihre Verkehrsleistung auf den verschiedenen Infrastrukturen. Zu welchem Zweck diese unterwegs sind, und somit, ob sie dem Individual- oder dem Güterverkehr zuzurechnen sind, ist nicht in jedem Fall bekannt, und mag im Falle eines Schwertransporters einfacher zuzuordnen sein als für Kleintransporter.

Im Anhang 1 findet sich eine Übersicht über verschiedene Infrastrukturen und Verkehrsmittel des Güterverkehrs, gruppiert nach ihrem hauptsächlich räumlichen Einsatzbereich in Lang-/Mittelstrecke und städtischen Bereich. Bezogen auf die Paketpost sind die leichten Lieferwagen das Haupttransportmittel (siehe Kap. 5.1).

Fahrleistung Lieferwagen steigend

Gemäss Informationen des Bundesamtes für Statistik sind in der Schweiz "rund siebenmal mehr leichte Güterfahrzeuge (vor allem Lieferwagen) immatrikuliert als schwere Güterfahrzeuge. Ihr Bestand hat seit dem Jahr 2000 um 59% zugenommen" (BFS, 2019d). Die Fahrleistung von leichten Güterfahrzeugen beträgt rund 4.4. Milliarden Fahrzeugkilometer, die der schweren Güterfahrzeuge nur etwa die Hälfte (vgl. Abb. 5). Die Fahrleistung leichter Güterfahrzeuge ist seit 1995 um 60% gestiegen, während die Fahrleistung der schweren Güterfahrzeuge um 6% zunahm (eigene Berechnungen nach Daten (BFS, 2019c)). Bis 2040 wird die Fahrleistung des Lieferwagenverkehrs gegenüber 2010 gem. Referenzszenario des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) um rund 40% ansteigen (ARE, 2016).

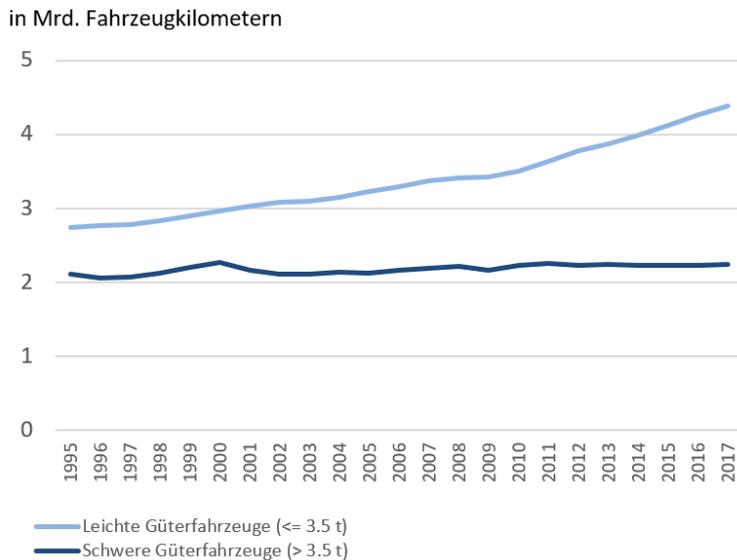


Abb. 5 Fahrleistungen im Strassengüterverkehr nach leichten und schweren Fahrzeugen (eigene Darstellung nach Daten (BFS, 2019c))

Post und Pakete kommen bei den mit leichten Güterfahrzeugen transportieren Warengruppen an fünfter Stelle (vgl. Abb. 6). An erster Stelle stehen die nicht für den Verkauf oder die Distribution bestimmten Waren (in Abb. 6 mit "nichtmarktbestimmte Güter" bezeichnet) wie beispielsweise Werkzeug und Arbeitsmaterial von Handwerkerinnen und Handwerkern. Ausgehend von jährlich 0.9 Mrd. Tonnenkilometern (tkm) Transportleistung der leichten Güterfahrzeuge (BFS, 2019d), beträgt der Anteil Paketpost somit unter 9% (eigene Berechnung).



Abb. 6 Transportleistung leichter Güterfahrzeuge nach ausgewählten Warengruppen, 2013 (BFS, 2019d)

Auch wenn sich aus den statistischen Daten kein objektiver Zusammenhang zwischen vermehrtem Onlinehandel und vermehrtem Güterverkehr in der Stadt nachweisen lässt, spricht die beobachtete Entwicklung für einen Kausalzusammenhang und wird von Expertinnen und Experten auch weitgehend unbestritten vertreten.

Kritische Reflexion THG-Emissionen Güterverkehr und City-Logistik

Da die Aufgabenstellung von der These der wenig nachhaltigen City-Logistik ausgeht, sollen bereits an dieser Stelle die Treibhausgasemissionen des Verkehrs, des Güterverkehrs und der City-Logistik im Sinne einer Relevanzüberprüfung im Verhältnis zu den gesamten Treibhausgasemissionen des Landes betrachtet werden.

Noch vor den Gebäuden und der Industrie ist der Verkehr (ohne Flugverkehr) mit 32 %-Anteil und 15 Millionen Tonnen THG hauptsächlich für die Treibhausgasemissionen in der Schweiz verantwortlich (vgl. Abb. 7), (BAFU, 2019). Auffallend ist v. a., dass die beiden anderen grossen Verursacher ihre Emissionen zum Teil erheblich reduziert haben, während die THG-Emissionen aus dem Verkehr heute in etwa gleich hoch liegen wie zu Beginn der 1990er-Jahre.

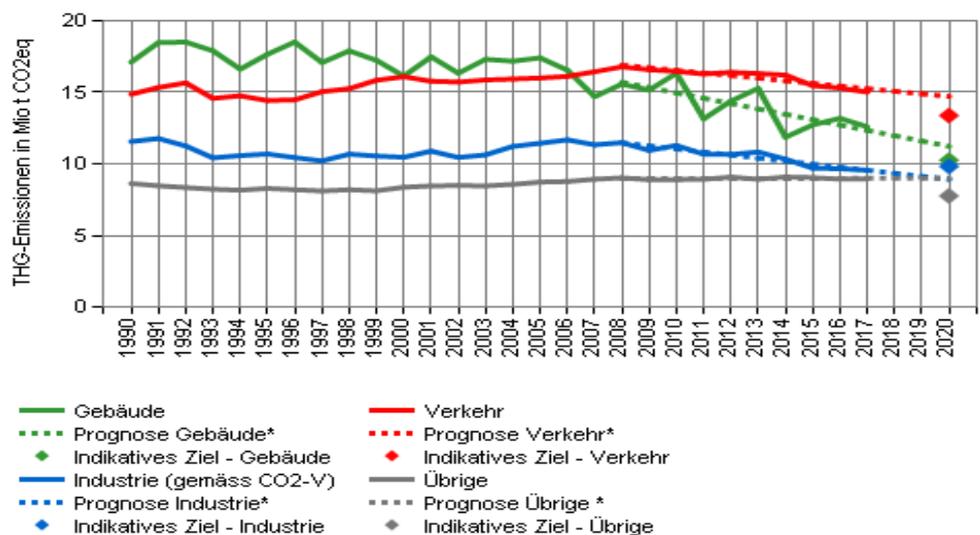


Abb. 7 Treibhausgas-Emissionen Schweiz nach Sektoren (BAFU, 2019)

Drei Viertel der CO₂-Emissionen des Verkehrs stammen von Personenwagen, gehen also auf das Konto des Individualverkehrs. Lastwagen und Lieferwagen verursachen einen Anteil von 19% der CO₂-Emissionen des Verkehrs (vgl. Abb. 8).

Da beim Thema Verkehr von allen THG-Emissionen die CO₂-Emissionen mit Abstand die relevantesten sind, werden im Rahmen dieser Arbeit einfachheitshalber die Begriffe THG-Emissionen und CO₂-Emissionen synonym verwendet.

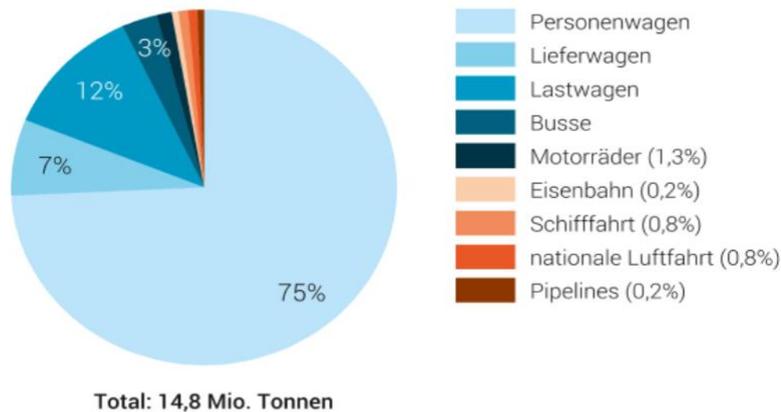


Abb. 8 CO₂-Emissionen des Verkehrs nach Verkehrsmittel, 2017 (ohne internationale Luftfahrt) (BFS, 2019b)

Der motorisierte Individualverkehr überwiegt den Güterverkehr bzgl. Treibhausgasemissionen also bei weitem. Trotzdem ist wegen der steigenden Tendenz und weiteren räumlichen und ökologischen Faktoren ein vorausschauendes Handeln auch im Bereich City-Logistik angebracht.

Ein weiterer wichtiger Grund, warum die City-Logistik auch unter dem Aspekt des Klimaschutzes optimiert werden sollte, ist die grosse Relevanz der letzten Meile im Vergleich zum sog. Longhaul, d. h. dem Weg, den das Paket bis zum Stadtrand zurücklegt; dies sowohl aus ökologischer wie aus ökonomischer Sicht. In Kap. 5.1 wird dieser Aspekt näher erläutert.

Auch ein Blick auf die CO₂-Emissionen spezifisch der City-Logistik zeigt deren Relevanz im Vergleich zu allen CO₂-Emissionen des Güterverkehrs eindrücklich. Die Erfassung der THG-Emissionen der City-Logistik ist sehr komplex, wurde aber im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms (NFP) 71 vor zwei Jahren erstmals ermittelt (Rapp Trans AG & Interface, 2018). Demnach liegen die CO₂-Emissionen der City-Logistik schweizweit bei rund 2 Millionen Tonnen. Dies entspricht einem Anteil von rund 13% an den 15 Mio. THG-Emissionen des gesamten Verkehrs (vgl. Abb. 7). Bei einem "weiterwie-bisher" ist dabei ein Anstieg der THG-Emissionen der City-Logistik bis 2050 um mehr als 20% prognostiziert (Rapp Trans AG & Interface, 2018). Tabelle 1 stellt die CO₂-Emissionen der City-Logistik im Vergleich zu den CO₂-Emissionen aller Lieferwagen und Lastwagen in der Schweiz (vgl. Abb. 8) dar. Auch wenn aufgrund verschiedener Erhebungen kein direkter Vergleich möglich ist, ist doch erkennbar, dass der Grossteil der CO₂-Emissionen der Logistik in den Städten anfällt.

	CO ₂ -Emissionen in Mio. Tonnen pro Jahr	Bezugsjahr Quelle
alle Lieferwagen Schweiz	1.8	2017 berechnet aus (BFS, 2019b)
alle Lastwagen Schweiz	1.0	2017 berechnet aus (BFS, 2019b)
Summe Liefer- und Lastwagen Schweiz	2.8	2017 berechnet aus (BFS, 2019b)
CO ₂ -Emissionen City-Logistik	2.0	2013 NFP71-Projekt « "Energieeffiziente und CO ₂ -freie Urbane Logistik" (Rapp Trans AG & Interface, 2018)

Tab. 1 CO₂-Emissionen Last-, Lieferwagen und City-Logistik im Vergleich (eigene Berechnung)

2.2 Smart City Zürich

Smart City ist ein Konzept, mit dem sich die Städte mit der zunehmenden digitalen Vernetzung von Personen und Geräten seit einigen Jahren auseinandersetzen. Gemäss Aussage des Schweizerischen Städteverbands (SSV) kam die Smart-City-Bewegung in der Schweiz im internationalen Vergleich eher zögerlich voran. Inzwischen verfügt ein Drittel der Städte und Gemeinden, die sich 2019 an der landesweiten Stakeholderanalyse "Smart City Switzerland" beteiligt haben, über eine Smart-City-Strategie. "Lebensqualität steigern, Ressourcen schonen und Dienstleistungen effizienter erbringen – dies sind die primären Ziele von Schweizer Smart Cities" (SSV, 2019b).

In Zürich hat der Stadtrat 2018 die Smart-City-Strategie verabschiedet. Der Gemeinderat hat im Mai 2019 die Strategie zur Kenntnis genommen und das entsprechende Budget bewilligt (GR Nummer 2018/456). "Smart City Zürich ist für die Stadt Zürich der Rahmen, um aktuellen und künftigen Entwicklungen zur digitalen Transformation aktiv zu begegnen" (Stadt Zürich, 2019). Der Nutzen für die Menschen und Unternehmen der Stadt stehen dabei im Vordergrund. Gleichzeitig soll bereichsübergreifendes Denken und Handeln innerhalb der Stadtverwaltung sichergestellt sein. Die Definition gem. Strategie lautet:

Für die Stadt Zürich bedeutet «smart», Menschen, Organisationen und Infrastrukturen so zu vernetzen, dass sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Mehrwert geschaffen wird. (Stadt Zürich Stadtrat, 2018)

Zielsetzungen sind:

- Chancengleichheit und hohe Lebensqualität für alle
- Ressourcen schonen und Entwicklung nachhaltig gestalten
- Förderung einer digitalen Infrastruktur und guter Rahmenbedingungen für Innovation und attraktiven Wirtschaftsstandort

Die drei Schwerpunkte für die Jahre 2019-2021 sind:

- Digitale Stadt Zürich
- Zukunftsformen der integrierten öffentlichen Mobilität
- Smarte Partizipation erproben

Aktuelle Projekte sind neben denen des öffentlichen Verkehrs (vgl. Kap. 1.5) ein zentraler Zugang für Online-Dienstleistungen, der Einsatz von Augmented-Reality-Brillen beim Städtebau oder ein Pre-Crime-Observationssystem zur Bekämpfung des Wohnungseinbruchs. Als wichtige Infrastrukturmassnahme zur Umsetzung von Smart-City und Internet-der-Dinge-Anwendungen baut das Elektrizitätswerk, basierend auf dem Glasfasernetz, 2019 in einem ersten Schritt das LoRAWAN (Long-Range-Wide-Area-Network) so aus, dass "eine oberirdische Abdeckung in der ganzen Stadt gewährleistet [ist] und so flächendeckend Smart City-Anwendungen ermöglicht werden" (ewz, 2019).

In einem kürzlich veröffentlichten "Smart-City-Index" der Wirtschaftshochschule IMD in Lausanne und der technischen Hochschule Singapur (SUTD) belegt die Stadt Zürich den zweiten Rang (IMD & SUTD, 2019).

2.3 Smart-City-Logistik

Die Themenfelder von Smart-City sind vielfältig und stark vernetzt. Üblicherweise werden sie in einem Smart-City-Rad dargestellt (vgl. Abb. 9).

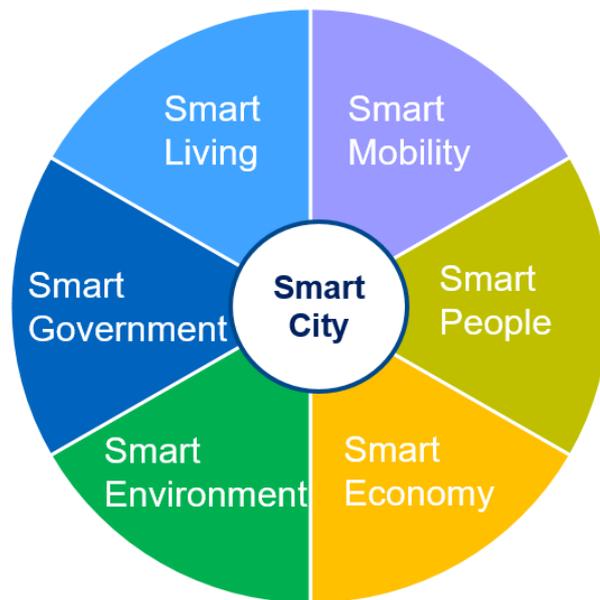


Abb. 9 Smart-City-Wheel (eigene Darstellung; Inhalt und Design nach Wiederkehr, Kronawitter & Geissbühler, 2019)

Das Thema Smart-City-Logistik ist im Aktionsfeld Smart-Mobility einzuordnen. Im Verständnis des Begriffs, wie er für diese Arbeit verwendet wird, gibt es enge Schnittstellen zu Smart-Environment, Smart Economy und Smart-Government. Im Vordergrund der Betrachtung stehen ökologische, ressourceneffiziente Lösungen und der Beitrag der öffentlichen Hand – im Besonderen des öffentlichen Verkehrs und seiner Infrastruktur.

Oftmals werden unter nachhaltiger City-Logistik Konzepte verstanden, "welche die Bündelung des städtischen Güterverkehrs [...] zum Ziel haben und dadurch letztlich die Anzahl Güterverkehrsfahrten und die Belastung der Verkehrsräume reduzieren helfen" (Hofer, Raymann & Perret, 2018).

Die Merkmale einer Smart-City-Logistik unter dem für diese Arbeit gewählten Fokus werden in Kapitel 4.2 hergeleitet.

3 Umfeldanalyse Handel, Logistik, Verkehr

Die vermehrte Verlagerung des stationären zum Onlinehandel gekoppelt mit der zunehmenden Urbanisierung stellt die Logistikbranche und in der Folge auch das städtische Verkehrssystem vor grosse Herausforderungen. Verstärken wird sich der Druck in den kommenden Jahren durch weitere neue Angebote wie beispielsweise Same-Day- oder Instant-Delivery (Lieferung gleichentags oder sofort). Die Folge für die Logistik sind häufigere Zustellungen und kleinere Sendungsgrössen. Für Verkehr und Umwelt bedeutet dies eine zusätzliche Belastung. Die drei Systeme Handel, Logistik und Verkehr sind thematisch eng verzahnt (siehe Abb. 10) und werden in der Umfeldanalyse gemeinsam betrachtet, wobei der Schwerpunkt beim Verständnis des Handels im Wandel liegt.

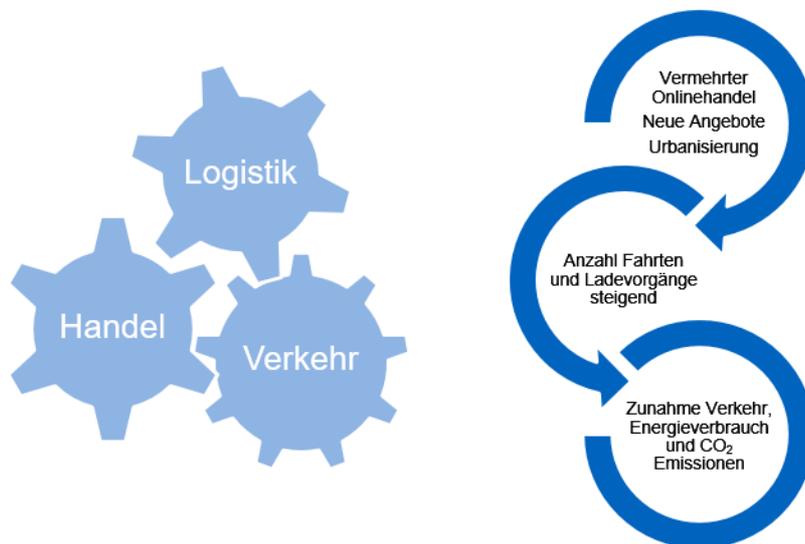


Abb. 10 Beispielhaftes Zusammenspiel von Handel, Logistik und Verkehr (eigene Darstellung)

Die nachfolgenden Kapitel werfen im Sinne einer Makroanalyse – in Anlehnung an das neue St. Galler Umweltsphärenmodell (Rüegg-Stürm, 2005) – einen Blick auf die vier Kontextbereiche Gesellschaft, Natur, Wirtschaft und Technologie. Für jeden Bereich werden Trends und Entwicklungen beschrieben, die einen Einfluss auf die Veränderungen in Handel, Logistik und Verkehr haben. Eine Übersicht findet sich in Abbildung 11. Es soll damit keine klare Abgrenzung impliziert werden. Gewisse, für diese Arbeit zentrale Themen, wie beispielsweise der wachsende Onlinehandel, die weltweiten Klimaschutzbemühungen oder das autonome Fahren, können durchaus mehreren Sphären zugeordnet werden.

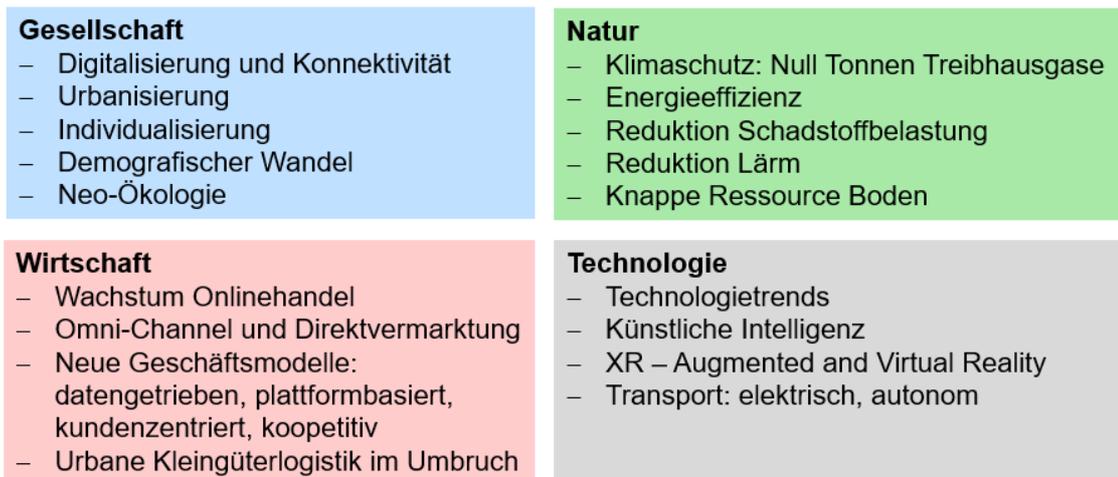


Abb. 11 Kontextbereiche und Trends im Umfeld von Handel, Logistik und Verkehr (eigene Darstellung)

3.1 Gesellschaft

Gesellschaft ist der umfassendste Kontextbereich und Entwicklungen dort entscheiden teilweise auch über die Themen der anderen Bereiche, weshalb eine strikte Abgrenzung nicht möglich ist. Die gesellschaftliche Entwicklung wird von Strukturmerkmalen, z. B. der demografischen Zusammensetzung, und von gesellschaftlichen Wertvorstellungen und Verhaltensweisen, geprägt. Es gibt eine Vielzahl an Darstellungen sogenannter "Megatrends", d. h. von "langfristigen gesellschaftlichen Strömungen" (Fäh, 2018).

Im Anhang 2 findet sich als Beispiel die Megatrend-Map des Zukunftsinstituts, die anschaulich aufzeigt, wie Megatrends und darunterliegende Trends (Subtrends oder Makrotrends, z. B. Augmented Reality) verbunden sind.

Einige der Makrotrends werden in Kapitel 3.4 beschrieben. Fünf Megatrends sind für die Themenstellung besonders relevant und werden im Folgenden näher beschrieben.

- Digitalisierung und Konnektivität
- Urbanisierung
- Individualisierung
- Demografischer Wandel
- Neo-Ökologie

3.1.1 Digitalisierung und Konnektivität

Der Begriff Digitalisierung bedeutete ursprünglich "das Umwandeln von analogen Werten in digitale Formate" (Wikipedia, 2019b). Für digitale Formate wird üblicherweise ein Zweiersystem (z. B. 0 und 1) verwendet. So lassen sich die ehemals analogen Daten informationstechnisch verarbeiten. Heute wird unter dem Begriff Digitalisierung der Digitale Wandel, die Digitale Revolution oder die Digitale Transformation verstanden. Letztlich ist der Umbruch gemeint, der durch die Digitaltechnik ausgelöst wurde, und seit Ende des 20. Jahrhunderts einen umfassenden gesellschaftlichen Wandel bewirkt, der nahezu alle Lebensbereiche umfasst (Wikipedia, 2019a).

Wichtig ist, „Digitalisierung' nicht mit 'Technologie' gleichzusetzen, sondern umfassender zu verstehen" (Schuldt, 2018). Getrieben von technischen Entwicklungen handelt es sich zu einem grossen Teil um eine gesellschaftlich-kulturelle Transformation. Die Digitalisierung umfasst mehr und mehr Lebensbereiche und nimmt an Tempo zu. In der Folge passen die Menschen ihr Verhalten kontinuierlich an und lernen mit den neuen Technologien und Möglichkeiten zu leben. Mit der Einführung des Smartphones, ca. 2005, hat sich der digitale Wandel und die Vernetzung der Gesellschaft noch beschleunigt. Die Verbindung zum Internet ist nun rund um die Uhr möglich, was mit "always on" bezeichnet wird. Heute gilt "Mobile is not a device anymore – it's a behavior" (Friebel, 2019). Der Umfang von Digitalisierung und Konnektivität ist inzwischen dermassen gross, dass es auch nicht mehr möglich ist, als Teil der Gesellschaft zu leben, ohne sich zu einem gewissen Grad dieser Entwicklung anzuschliessen.

Beschrieben wird dieser umfassende gesellschaftliche Wandel oft auch mit dem Akronym VUCA. VUCA steht für Volatility (Unbeständigkeit), Uncertainty (Ungewissheit), Complexity (Komplexität) und Ambiguity (Mehrdeutigkeit). Praktisch heisst das, dass vieles nicht mehr planbar ist, dass neue Technologien sich schneller durchsetzen als früher und zur Lösung der gesellschaftlichen Herausforderungen neue, agilere Arbeitsmethoden benötigt werden.

Eine grosse gesellschaftliche Herausforderung, die mit der Digitalisierung einhergeht, ist – neben der Anpassungsfähigkeit der Gesellschaft – die Frage nach der Privatsphäre resp. der Eigentümerschaft der übertragenen Daten. Plakativer ausgedrückt: "Privacy is dead" (Webb, Giralt, Palatucci & Perez, 2019). Gemeint ist, dass wir allein dadurch, dass wir im Jahr 2019 leben, einen kontinuierlichen Datenstrom erzeugen, sei es durch die Nutzung unseres Smartphones, der Bewegung im öffentlichen Raum oder unseres Einkaufsverhaltens. Die Daten werden ausgewertet und verwertet, nicht zuletzt monetär.

Die Firmen sehen sich mit grossen Herausforderungen im Umgang mit diesen Daten konfrontiert, insbesondere, wenn die Gesellschaft dem Thema Schutz der Privatsphäre mehr Aufmerksamkeit schenkt und vermehrt regulierend eingreift.

3.1.2 Urbanisierung

Knapp 85 % der Bevölkerung der Schweiz und 75 % der Bevölkerung in Deutschland lebt derzeit in urbanen Räumen (BFS, 2019a), (Bogdanski, 2019). Weltweit leben 55 % der Menschen in urbanen Räumen. Prognostiziert ist ein Wachstum bis zu einem Anteil von 68 % in 2050, überwiegend in Asien und Afrika (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2018). Durch den Zuzug in die Städte und ein Wachstum der Bevölkerung insgesamt, werden immer mehr Menschen in urbanen Räumen leben. Eine nachhaltige, d. h. möglichst ökologisch und sozialverträgliche Entwicklung der Städte wird weltweit angestrebt (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2018). Die städtische Infrastruktur, wie Gebäude, Freiflächen, Verkehrs- und Energieinfrastruktur, müssen möglichst ökologisch und sozialverträglich entwickelt, und die wachsende Bevölkerung möglichst effizient versorgt werden. Gleichzeitig stehen grosse Herausforderungen wie beispielsweise die Klimaerwärmung und die Dekarbonisierung der Energiesysteme bevor.

Urbanisierung meint nicht nur das Wachstum der Städte. Der Begriff steht auch für einen Lebensstil und die gesellschaftlichen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Entwicklung der Städte. Bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit bieten Städte meist einen Vorteil. Viele Bedürfnisse lassen sich in der Stadt umweltfreundlicher gestalten. Dies liegt an funktionalen und sozialen Gegebenheiten, wie dichteren Wohnformen, einem besser ausgebauten öffentlichen Verkehr, einem guten Veloroutennetz, Freizeitangeboten und sozialen Kontakten im nahen Umfeld.

3.1.3 Individualisierung

Individuelle Selbstbestimmung und eine Vielfalt von Lebensstilen sind in unserer Gesellschaft heute einfacher möglich als früher. Aufgrund der technologischen Möglichkeiten der Digitalisierung wird auch das Konsumangebot immer differenzierter und individueller. Durch digitales 1:1 Marketing (Witte, 2019) erhält heute jeder und jede von uns auf seinen digitalen Geräten täglich individuelle Produktvorschläge, möglichst mit individuellem Pricing kombiniert. Mit der technologischen Entwicklung werden diese Angebote, die den persönlichen Geschmack und die eigenen Vorlieben berücksichtigen, immer genauer. Mit den Möglichkeiten steigen auch die Ansprüche: "Dabei richten sich die Detailhändler nicht nur nach den Kundenbedürfnissen. Vielmehr lösen die neu geschaffenen

Einkaufs- und Distributionsoptionen auch Bedürfnis- und Verhaltensänderungen aus" (Schreiner, Stölzle & Klaas-Wissing, 2017). Bzgl. Smart-City-Logistik ist dies beispielsweise das Bedürfnis nach möglichst schneller, flexibler und individueller Zustellung der bestellten Ware. Die Kundschaft möchte heutzutage auch nach dem Bestellprozess - bis kurz vor Auslieferung - Einfluss auf den Lieferort und die Lieferzeit nehmen.

3.1.4 Demografischer Wandel

Der demografische Wandel zeigt zwei Entwicklungen, die relevant für das Thema sind:

1) Steigendes Durchschnittsalter der Bevölkerung: Die Bevölkerung in Europa wird immer älter. Die Lebenserwartung in der Schweiz bei Geburt liegt derzeit bei 85 (Frauen) resp. 81 Jahren (Männer) (BFS, 2019a). Für die Schweiz wird prognostiziert, dass der Anteil der über 65-jährigen von heute 18 auf 26% im Jahr 2045 steigen wird. Die Menschen bleiben länger gesund und der aktive Lebensabschnitt nach der Pensionierung verlängert sich. Für diese Entwicklung wird der Begriff "Silver Society" verwendet (Zukunftsinstitut, 2019). Dieser Generation wird – zumindest im Moment noch – eine hohe Kaufkraft bestätigt. Nach einer aktiven Phase dürfte sich mit zunehmenden körperlichen Einschränkungen der Mobilitätswert wieder verringern, sodass kurze Wege und Liefersdienste an Bedeutung zunehmen werden (Schenkel, Bernegg, Laueremann & Polinna, 2017). In diesem Zusammenhang wird auch darauf hingewiesen, dass, verbunden mit der demografischen Entwicklung, die Haushalte – und damit die benötigten Stückzahlen – kleiner werden. Die Lieferungen werden dadurch kleinteiliger, was die Anzahl Lieferungen gesamthaft ansteigen lässt.

2) Steigender Anteil Digital Natives: Der Anteil der Personen, die mit der Digitalisierung aufgewachsen sind, erhöht sich kontinuierlich. Im Allgemeinen werden hierfür die Begriffe Millennials (geboren 1981–1999) und Generation Z (geboren nach 2000) verwendet. Die genaue Zuordnung der Jahrgänge variiert je nach Quelle. Das Future Today Institute (Webb et al., 2019) zeigt auf, dass in den USA die Millennials dieses Jahr die Generation der Babyboomer (geboren 1949–1964) zahlenmässig überholen und weltweit die Generation Z die Millennials überholt. Ein Drittel der Weltbevölkerung wird dann 19 Jahre oder jünger sein. In der Schweiz liegt dieser Anteil bei 20% (BFS, 2019a). Dies wird auch im Handel grosse Veränderungen mit sich bringen (Webb et al., 2019): Handel und Werbung haben über Jahre ihre Angebote auf die Babyboomer-Generation ausgerichtet; aufgrund des verfügbaren Einkommens und der relativ guten Vorhersehbarkeit dieser Generation. Nun werden die letzten Millennials in den Arbeitsmarkt eintreten. Es wird erwartet, dass diese Generation fähig ist, die Märkte zu verschieben. Sie waren

bereits am Wachstum einiger der grössten Start-up-Unternehmen beteiligt, wie beispielsweise airbnb bei den Plattformen, Spotify in der Unterhaltungsbranche sowie Uber und Lime bei den Transportation-as-a-Service-Unternehmen. Diese Generation ist auch nicht mehr so markentreu wie die Babyboomer-Generation. Bei Generation Z ist das veränderte Verhalten und die Bereitschaft zu einem digital beeinflussten Leben noch akzentuiert: Sie kennen vor allem Smartphones anstelle traditioneller Computer, haben nie eine Welt ohne Google oder Facebook erlebt und schauen YouTube-Videos, die algorithmisch für sie ausgesucht wurden anstelle von standardisiertem Fernsehen. Sie gehören zur Gruppe der "digital first consumers" (Radunski, 2019): Konsumentinnen und Konsumenten, die alles online machen. Doch nicht nur die Generation Z gehört in diese Gruppe. In Ländern wie China beispielsweise hat die neue Mittelschicht insgesamt Entwicklungsschritte wie persönliche Heimcomputer oder Kartenzahlung übersprungen und wickelt alles über das Smartphone ab. Dies zeigt sich sowohl im Einkaufs- als auch im Zahlverhalten: O2O (online-to-offline, vgl. Kapitel 3.3.2) wird in diesen Ländern bereits umfassender praktiziert und 455 Millionen Chinesinnen und Chinesen, also rund 30 % der Bevölkerung, zahlen täglich online (Radunski, 2019). Dass die Online-Affinität nicht allein eine Altersfrage ist, zeigen auch diverse Analysen zum Online-Shopping: In Grossbritannien, das den höchsten Anteil Online-Shopping in Europa aufweist, kauft die Hälfte der 16- bis 74-Jährigen online ein, wobei die Altersgruppen sehr homogen sind. In der Schweiz unterscheiden sich zumindest bei den Smartphone-Nutzenden Frequenz und Häufigkeit der Online-Einkäufe zwischen den Altersgruppen. Doch gaben auch in der Schweiz 66 % der Smartphone-Nutzenden in der Kategorie der sogenannten "Silver Surfers" (55–69 Jahre) an, via Smartphone einzukaufen. Bei den "Digital Natives" (14–29 Jahre) und den "Digital Immigrants" (30–54 Jahre) liegen die Anteile bei 92 % resp. 86 % (Y&R Wunderman, 2019).

3.1.5 Neo-Ökologie

Theorien zur Postwachstumsökonomie oder zur Kreislaufwirtschaft gibt es seit vielen Jahrzehnten. Bereits Anfang der 1970er Jahre hat der Club of Rome auf die "Grenzen des Wachstums" aufmerksam gemacht. Lange Zeit hat dies nur einige wenige Menschen zum Umdenken bzgl. Ressourcenverbrauch und Konsum gebracht hat. Der Ressourcen hunger der Menschen wächst kontinuierlich. Würde jeder Mensch leben wie eine durchschnittliche Person in der Schweiz, würde die Menschheit gemäss WWF-Footprint (WWF Schweiz, 2019) mehr als drei Planeten Erde benötigen. Ob die "jederzeit und immer"-Verfügbarkeit des Online-Shoppings sowie das stetig wachsende, nicht nachhal-

tig produzierte Konsumangebot, eine dauerhafte Kehrtwende bewirken werden, ist Spekulation. Ein Umdenken zeichnet sich jedoch ab. Dies zeigt sich gerade bei der jungen Generation.

Die Wissensverbreitung funktioniert bei den Millennials und der Generation Z schneller und auf andere Art als früher. Social Influencer verbreiten Konzepte wie den Minimalismus oder machen auf kritische Produktionsbedingungen aufmerksam. Eine Gruppe mit besonders viel Online-Präsenz und guter Vernetzung sind beispielsweise die Veganer/innen. Bei einer Online-Mitmach-Aktion eines Reinigungsmittelherstellers stiessen sie eine Tierversuchsdebatte an, was in einem PR-Debakel für den Hersteller endete (Breithut, 2011). Durch die Nutzung der online Werbekanäle geben die Firmen also einen Teil ihrer Werbemacht und ihres Einflusses auf das "Storytelling" zu ihren Produkten ab und die Transparenz bzgl. Produktionsbedingungen erhöht sich. Noch wenig im Fokus ist bisher die Logistikseite des Onlinehandels, sei es vom Handling von Retouren bis zur umweltschädigenden Auslieferung zur Haustüre. Prominente Ausnahme bildet ein Bericht in den Tagesnachrichten über die Vernichtung einwandfreier Ware bei Amazon (Esser, Meier & Randerath, 2018).

Zusammen mit dem wachsenden Bewusstsein für Klimaschutz kann der Megatrend "Neo-Ökologie" (Zukunftsinstitut, 2019) als Gegentrend zum steigenden Ressourcenverbrauch und der weltweiten Umweltzerstörung gesehen werden. Das Zukunftsinstitut subsumiert diverse Makrotrends darunter. Für einige davon, wie beispielsweise die Achtsamkeit, findet sich der Auslöser sicher auch im grösseren Kontext der Digitalisierung: der Spaltung unserer Achtsamkeit zwischen der realen und der zweidimensionalen Bildschirmwelt. Besonders eng am Thema Smart-City-Logistik sind die Subtrends E-Mobility, Post-Carbon-Gesellschaft, Sharing-Economy und Zero-Waste. Der Gegentrend Neo-Ökologie mit all seiner Widersprüchlichkeit zur gegenwärtigen Entwicklung des ansteigenden Konsumverhaltens, wird auch von den Expertinnen und Experten in den Interviews bestätigt. Diese betonen, dass Kundinnen und Kunden beispielsweise saubere Transportalternativen wünschen, gleichzeitig die Zahlungsbereitschaft dazu nicht gegeben ist.

3.2 Natur

Die Natur, d.h. die Grundlage allen Lebens auf der Erde, ist gegeben durch die natürliche Begrenzung. Für Unternehmen spielt eine wesentliche Rolle, wie die Natur von der Gesellschaft wahrgenommen wird. Denn die wenigsten Unternehmen orientieren sich an der natürlichen Begrenzung, da sie sonst im Wettbewerb mit anderen Unternehmen im heutigen Wirtschaftssystem einen schwierigen Stand hätten.

Über das gesellschaftliche Umfeld resp. die politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen wirkt sich die Einstellung der Gesellschaft zur Umweltbelastung auf die Handlungsmöglichkeiten der Unternehmen aus. Auf dem gleichen Weg bietet eine Vermeidung von Umweltbelastung aber auch Chancen, aus Kundensicht differenzierte Leistungsangebote zu erbringen (Hungenberg, 2014), vorausgesetzt die Zahlungsbereitschaft dafür ist vorhanden.

Den Unterschied zwischen wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Wahrnehmung eines ökologischen Problems zeigt die aktuelle gesellschaftliche Debatte um den Klimaschutz. Die Dringlichkeit in einem globalen Kontext ist in der Wissenschaft bereits seit den 1960er Jahren bekannt. Auch politisch ist das Thema spätestens mit dem internationalen Kyoto-Protokoll von 1997 angekommen. Doch erst in den letzten Jahren beschäftigt sich auch die Bevölkerung in der westlichen Welt verstärkt mit dem Klimaschutz. Parallel zur gesellschaftlichen Wahrnehmung wächst auch der politische Wille regulierend einzugreifen. In 2006 wurde beispielsweise in der Schweiz die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe (Gas, Öl) eingeführt. Obwohl eine CO₂-Abgabe auf Treibstoffe aus ökologischer wie volkswirtschaftlicher Sichtweise gleichermaßen sinnvoll wäre, dem vermehrten Ausstoss von Treibhausgasen entgegenzuwirken, sind die Treibstoffe bisher aufgrund mangelnder gesellschaftlicher Akzeptanz ausgenommen.

Veränderungen in der gesellschaftlichen Wahrnehmung der Dringlichkeit des Klimaschutzes könnten massive Auswirkungen auf die Logistikbranche haben, die grösstenteils fossilgetrieben unterwegs ist. Erste Anzeichen sind bereits sichtbar: Der Schweizer Bundesrat hat Ende August 2019 beschlossen, dem Beispiel anderer Länder zu folgen und ein "Netto-Null-Emissionen"-Ziel bis 2050 festgelegt. Nur wenige Jahre nachdem die Schweiz 2017 mit der Unterzeichnung des Pariser Klimaabkommens angekündigt hatte, die Emissionen bis 2050 um 70–85% gegenüber 1990 zu vermindern, deutet der Bundesrat an, die "CO₂-Emissionen in den Bereichen Verkehr, Gebäude und Industrie mit heute bekannten Technologien und dem Einsatz erneuerbarer Energien bis 2050 um bis zu 95 Prozent" zu senken (Der Bundesrat, 2019).

Neben den Treibhausgasemissionen will die Schweiz auch den Energieverbrauch reduzieren: pro Person und Jahr bis 2035 um 43 % gegenüber dem Verbrauch von 2000 (Energiegesetz, Art. 3). Vom Verkehr, der für mehr als ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs verantwortlich ist (BFE, 2018), werden substantielle Reduktionsbeiträge erwartet.

Weitere ökologische Aspekte in Bezug auf die Güterlogistik und die innerstädtische Verkehrsthematik sind Schadstoffbelastungen der fossilen Fahrzeuge wie NO_x oder Feinstaub, ausserdem Lärmemissionen und die Konkurrenz um die knappe Ressource Boden. Aktuell werden Logistiknutzungen und -einrichtungen mehr und mehr aus den urbanen Gebieten verdrängt, es findet ein sog. "Logistics Sprawl" statt (Rapp Trans AG & Interface, 2018). Dies wird ohne Gegenmassnahmen zur Zunahme des Güterverkehrs, des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen führen.

3.3 Wirtschaft

Zunächst soll an dieser Stelle der Wandel im Handel, wie er derzeit weltweit stattfindet, beschrieben werden: Vom steigenden Anteil Onlinehandel bis zur Omni-Channel-Vermarktung. Der Wandel ist jedoch dermassen tiefgreifend, dass er weit über die Vermarktung hinausgeht. In einem weiteren Abschnitt werden deshalb die Transformation der Wertschöpfungskette und neue Geschäftsmodelle beleuchtet. Ein vierter Teil beschreibt die Auswirkungen der Entwicklung des Online-Handels auf die urbane Kleingüterlogistik.

3.3.1 Wachstum Onlinehandel

Der stationäre Handel befindet sich weltweit in einem grundlegenden Wandel. Es findet eine Verschiebung statt vom stationären zum Onlinehandel. Der Anteil Onlinehandel mag prozentual gesehen derzeit noch im kleinen zweistelligen Bereich liegen (vgl. Abb. 12), doch stechen einzelne Länder wie beispielsweise China, Grossbritannien und Südkorea hervor, die in kurzer Zeit ein grosses Wachstum verzeichnen.



Abb. 12 siehe S. 46 in Marktanteile Onlinehandel am Detailhandel (Hasenmaile et al., 2018)

Eine Vielzahl von Studien hat die Entwicklung des Onlinehandels in den letzten Jahren beschrieben, z. B. (Schenkel et al., 2017), (Schreiner et al., 2017), (Jucker, Christen, Fuhrer & Hotz, 2019), (BFS, 2018a).

Die wichtigste Ursache für das Wachstum des Onlinehandels ist der Megatrend Digitalisierung und im Spezifischen der Subtrend Mobile-Shopping. Versandhandel ist keine neue Erscheinung. Über viele Jahrzehnte basierte dieser auf gedruckten Katalogen und Postkarten- oder Telefonbestellungen und führte "ein stabiles Nischendasein neben dem dominanten stationären Detailhandel" (Schreiner et al., 2017).

Die einschneidende Änderung der sog. Game-Changer waren die mobilen Geräte mit der Möglichkeit des mobilen Shoppings, das ca. 2005 seinen Anfang nahm und spätestens mit der Verbreitung der modernen Smartphones ab 2007, z. B. der Markteinführung des ersten iPhones (Spiegel Online, 2007), durchstartete: Heute besitzen 90 % der Personen in der Schweiz ein Smartphone und 83 % davon nutzen das Smartphone auch zum Einkaufen (Y&R Wunderman, 2019). Vom Total aller Onlinekäufe in der Schweiz werden durchschnittlich 42 % über das Smartphone getätigt (Friebel, 2019). Mit dem Smartphone startete die Entwicklung der totalen Vernetzung. Der digitale Wandel in allen Lebensbereichen wurde massgeblich beschleunigt und unser Kaufverhalten änderte sich grundsätzlich. Die Entwicklung wird noch verstärkt durch den Trend zu kleineren Haushalten und die wachsende Frauenerwerbsquote (Hasenmaile et al., 2018).

Der Strukturwandel ist nicht nur am wachsenden Anteil Onlinehandel sichtbar, sondern auch an der Reduktion der Flächen für den stationären Handel. Trotz Wirtschaftswachstum gehen Expertinnen und Experten für 2019 von rund 12'000 Ladenschliessungen in den USA aus, darunter auch solche von renommierten Unternehmen wie Walgreens und Gap (Hasenmaile et al., 2018).

Die Entwicklung des Onlinehandels in der Schweiz unterscheidet sich nicht grundsätzlich vom weltweiten Trend, allerdings weist der Bereich in der Schweiz einige Besonderheiten auf, die in Kapitel 5 näher beschrieben werden.

3.3.2 Entwicklung hin zu Omni-Channel und Direktvermarktung

In Zukunft werden Online- und stationärer Handel mehr und mehr verschmelzen, sodass eine klare Abgrenzung nicht mehr möglich ist. Bereits heute werden die Kundinnen und Kunden auf einer Vielzahl von Kanälen angesprochen und haben die Wahl zwischen verschiedenen Distributionsformen. Beispielsweise bestellt ein Kunde online und holt die Ware später in einem Geschäft ab oder eine Kundin begutachtet und bestellt die Ware

in der stationären Filiale online und bekommt sie anschliessend möglichst rasch nach Hause geliefert; sog. "Showroom-Konzept" (Schreiner et al., 2017).

Unter Omni-Channel wird die Kombination verschiedener Marketing- und Distributionskonzepte verstanden, die idealerweise alle aufeinander abgestimmt sind und mit demselben Kundendatensatz arbeiten. Die sogenannte Customer Journey, d. h. der Verlauf der Interaktion der Kundschaft mit einem Produkt vom ersten "Aufmerksam werden" bis zu Kauf, Auslieferung und After-Sales-Kontakten, ist heute mit der grösseren Vernetzung vielfältiger, soll aber dennoch nahtlos und kundenfreundlich verlaufen. Abbildung 13 zeigt den Wandel und zunehmenden Grad der Vernetzung beispielhaft anhand einer traditionellen und einer digitalen Customer Journey.

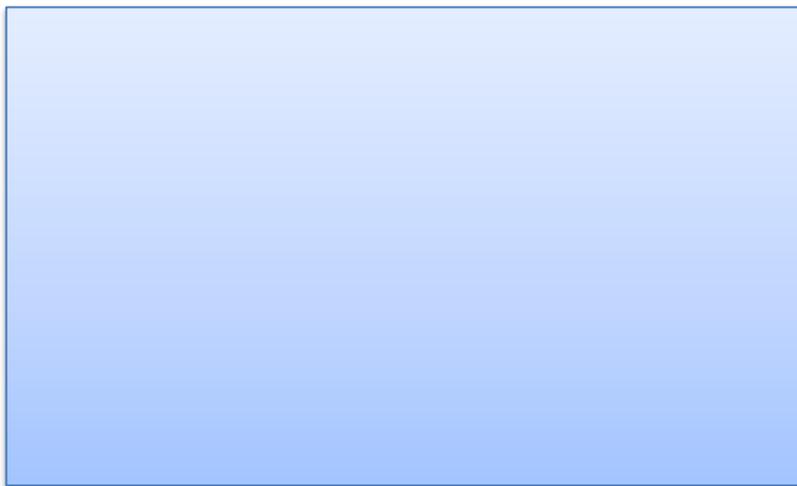


Abb. 13 Traditionelle vs. digitale Customer Journey (Friebel, 2019)

Da der Wettbewerb im Handel vorwiegend preisdominiert ist, besteht für Unternehmen und Produkte, die eine moderne Customer Journey mit kundenspezifischen Angeboten an Einkaufs-, Liefer- und Abholmöglichkeiten bieten können, eine gute Möglichkeit zur Differenzierung (Schreiner et al., 2017).

Auf den Trend hin zu Omni-Channel reagieren sowohl der stationäre Handel wie der Onlinehandel:

- **Der stationäre Handel baut Online-Vertriebskanäle auf** oder weitet diese aus. Fast jedes Warenhaus hat heute auch einen Online-Shop. Die Dringlichkeit des stationären Handels auch online präsent zu sein, geht u. a. aus der Befragung von Konsumentinnen und Konsumenten des Verbands des Schweizerischen Versandhandels hervor, die aufzeigt, dass Showrooming (stationär beraten lassen und online kaufen) mit 23.5 % viel weniger vorkommt als das Webrooming (Vorbereitung des

Kauf online, Kauf im Laden) mit 50.3% (VSV, Die Post & GfK, 2019). Ein prominentes Beispiel für die Anpassungsfähigkeit des stationären Handels ist der Händlerverband Intersport, der in China bereits 50% des Umsatzes im Bereich E-Commerce erwirtschaftet und in Peking auf 1300 Quadratmetern Verkaufsfläche mit Internet, künstliche Intelligenz und Augmented Reality experimentiert (Radunski, 2019), (siehe Abb. 14). Der Zweck des stationären Handels wird künftig weniger die Warenversorgung sein, als den Kundinnen und Kunden ein Erlebnis zu bieten. In den Läden in der Innenstadt und den Shopping-Centern möchten sich die Kundinnen und Kunden inspirieren lassen und ausprobieren. Während die Kundschaft bereit ist, für das Einkaufserlebnis zu zahlen, gilt dies nicht für das Logistikerlebnis.



Abb. 14 Shopping mit AR-Erlebnis (Alibaba Group, 2018)

- **Der Onlinehandel versucht, näher und schneller zur Kundschaft zu kommen,** indem er Abholstationen und Showrooms aufbaut oder mit dem stationären Handel in Form von Handels-Plattformkonzepten kooperiert (Schreiner et al., 2017). Das wohl bekannteste und extremste Beispiel ist Amazon, das seit 2015 den Aufbau stationärer Läden vorantreibt: mit Amazon-Buchhandlungen, im Lebensmittelbereich mit den kassenlosen Amazon-Go-Läden und den Niederlassungen des übernommenen US-Biolebensmittelhandels Whole Foods Market, sowie mit den neuen Amazon-4-Star-Läden, in denen Amazon die beliebtesten Produkte des Online-Sortiments verkauft (t3n, 2019).

Eine weitere einschneidende Entwicklung, die dem stationären Handeln von der Konkurrenz bevorsteht, ist der Aufbau von Lieferkapazitäten, um immer schneller an der Kundschaft zu sein. Amazon hat im Mai verkündet, 800 Mio. US\$ für One-Day-Shipping Facilities in den USA zu investieren (Kalluri, 2019). Alibabas Plan ist es, sechs grosse Distributionszentren weltweit zu errichten, um Ware innerhalb von drei Tagen zustellen

zu können. Der chinesische Konzern investiert dafür 16 Mrd. US\$. Das erste Distributionszentrum in Europa wurde 2018 in Lüttich, Belgien, eröffnet (Heiniger, 2019).

In einer raffinierteren Variante verschmelzen Online- und Offline-Welt komplett (O2O). Vorreiterin ist die Supermarktkette Hema, Teil des chinesischen Internetgiganten Alibaba, "dessen Gründer Jack Ma nichts Geringeres vorhat, als den alltäglichen Konsum zu revolutionieren" (Radunski, 2019). Hema ist Teil der chinesischen Konsumrevolution New Retail. Dazu gehören digitale Preisanschriften im Läden, Bezahlung mit Gesichtserkennung, sogenanntes "Smile to Pay" (Radunski, 2019), Smartphone-Bestellungen, die innerhalb von 30 Minuten bis zu drei Kilometer weit nach Hause oder ins Büro geliefert werden. Logistisch stehen dahinter Abholstationen in Wohnhäusern, künftig gekühlt für Frischwaren, und mobile Roboter, die die Ware an die Büroarbeitsplätze bringen (Zukunft Mobilität, 2019). Weitere Modelle Richtung O2O sind der kassenlose Detailhandel, wie beispielsweise bei Amazon (Start in Seattle 2016), in Alibabas Tao Café Shops (Eröffnung Juli 2017 in Hanzhou) und avec X am Hauptbahnhof Zürich (Start April 2019). Kombiniert mit Gesichtserkennung können digitale Profile der stationären Kundschaft erstellt und ausgewertet werden.

Einen weiteren Ansatz, Online- und Offline-Handel zu verschmelzen, praktiziert das traditionelle Kaufhaus Macy's als Vorreiter US-weit seit 2014: In beacon-basierten Läden werden online Einkaufsdaten mit Bewegungsmustern der Konsumentinnen und Konsumenten in den Läden kombiniert (Forsey, 2018).

3.3.3 Neue Geschäftsmodelle

In der klassischen Wertschöpfungskette hatte der Handel den direkten Kontakt zur Kundschaft (vgl. Abb. 15). Durch den technologischen Fortschritt wurde die Wertschöpfungsketten fundamental verändert:

Von dem, was wir heute als Produkte, als Läden und als Handel kennen, wird dereinst nicht mehr viel übrig sein. Zwar werden Menschen weiterhin physische Grundbedürfnisse durch Waren befriedigen. Doch die Art, wie Begehrlichkeit für diese Waren geweckt, durch welche Lieferkette sie geschleust werden und wie sie zum Konsumenten gelangen, verändert sich grundlegend. (GDI, 2019)

In diesem Zitat sind einige der Merkmale neuer Geschäftsmodelle angedeutet. Diese sind datengetrieben und auf den Nutzen für Kundinnen und Kunden ausgerichtet, d.h. service- nicht produktorientiert. Enabler (Möglichmacher/innen) der neuen veränderten Business-to-Customer-Beziehung sind für die breite Masse der anbietenden Unterneh-

men digitale Plattformen. In Ergänzung zum bekannten kompetitiven Verhalten ist zudem ein neues Verhalten entstanden, das kooperative. Diese vier Ausprägungen neuer Geschäftsmodelle – datengetrieben, nutzenorientiert, plattformbasiert und kooperativ – erweisen sich oft als disruptiv für etablierte Märkte und werden im Folgenden kurz mit Beispielen erläutert.

Datengetrieben

Neue Geschäftsmodelle sind heute digital, d. h. datengetrieben. Diese Transformation betrifft alle Branchen. Aus Handelsbetrieben werden Technologieunternehmen. Amazon ist dafür das beste Beispiel. Amazon ist im Grunde kein Handelsbetrieb, sondern eine Technologiefirma. Gleichzeitig ist das Unternehmen auch am Aufbau einer eigenen Logistikinfrastruktur bis zur Endkundschaft (siehe Bsp. Abholstationen in Kap. 4.3.2). Die Gewinne werden mit den Dienstleistungen mit hohen Margen, z. B. der Cloud-Infrastruktur AWS, Amazon Advertising Services oder Amazon Prime erzeugt, nicht mit dem Verkauf von Produkten mit geringen Margen (Fuest, 2015).

Um an Kundendaten zu kommen, wird der Business-to-Customer (BtC)-Markt neu definiert. Jedes produzierende Unternehmen will heute den direkten Kundenkontakt, d. h. Direct-to-Customer (DtC) (vgl. Abb. 15). So bauen auch Markenhersteller/innen unter Umgehung des klassischen Handels den Kundenkontakt und direkte Lieferwege auf. Sie bieten ihre Ware online an oder bauen eigene stationäre Läden. Dies wird im sonst schon sehr wettbewerbsintensiven Handel zu noch höherem Kostendruck und besserer Kundenorientierung führen.

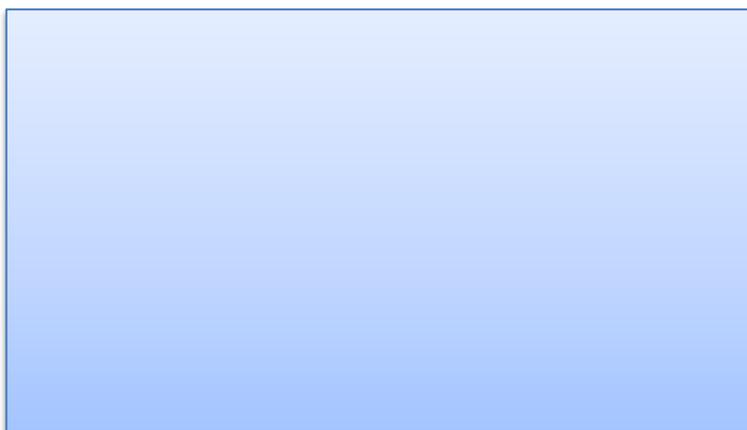


Abb. 15 Durch Digitalisierung veränderte Wertschöpfungskette (Dauderstädt, 2019)

Plattformbasiert

Die Plattformökonomie vereinfacht für viele Unternehmen den direkten Kundenkontakt. Auf Plattformen finden Anbietende und Kundschaft zusammen. Sie bieten Vorteile für beide Seiten: Die Kundinnen und Kunden haben eine Anlaufstelle und können Preise und Funktionen verschiedener Produkte und Anbietenden vergleichen. Es herrscht grosse Transparenz. Die Unternehmen, die ihre Produkte anbieten, haben den Vorteil, dass sie eine grosse Anzahl potentieller Kundinnen und Kunden erreichen, ohne selbst eine Infrastruktur dafür aufbauen zu müssen. Der Preis, den sie zahlen, sind die Nutzungsgebühr und die Markttransparenz. Plattformen streben danach, viele Aspekte eines sogenannten "Ökosystems" zu integrieren, d. h. möglichst die gesamten Kundenbedürfnisse im Laufe der Customer Journey abzudecken. Nicht unbedenklich sind die der Plattformwirtschaft kohärente Tendenz zur Monopolisierung sowie – bei fehlender Regulierung – die grosse Macht der Unternehmen bezüglich Steuerung und Kontrolle von Nutzerdaten. In China beispielsweise "ist ein hoch integriertes, digitales Ökosystem rund um den Einkauf entstanden, das in einigen Fällen aus nur einer einzigen App, quasi einer Super-App, angesteuert werden kann" (Hasenmaile et al., 2018).

Eine Auswirkung der Plattformwirtschaft mit Bezug zum Arbeitsmarkt und Relevanz zum Thema Handel, Logistik und Verkehr ist die sogenannte "Gig-Economy". Eine Plattform bringt auf einfache Weise Auftraggeber/innen und Auftragnehmer/innen zusammen und ermöglicht somit auch kurzfristige Auftragsvergaben unterschiedlicher Grösse. Die Auftragnehmer/innen bringen dabei meist auch das Sachgut für die Dienstleistungserbringung ein. Bekannte Beispiele im Transportbereich sind Uber und Lyft sowie diverse Essenslieferungs- oder Velokurierdienste. Als Disruptor in der Branche der Kurier-, Express- und Paket-Dienste (KEP) gilt der sogenannte Crowd-Delivery-Ansatz, der unter Umgehung der klassischen KEP-Netzwerke direkt die Verbindung zwischen Sender/in und Empfänger/in herstellt. Ein Beispiel ist myrobin, die "Mitfahrgelegenheit für deine Dinge aller Art" vermittelt (myrobin.com). Davon zu unterscheiden ist die Einbindung von Crowd-Delivery in die letzte Meile der KEP-Netzwerke, die nach Einschätzung des Bundesverband Paket & Expresslogistik keinen Mehrwert bietet (Bogdanski, 2017). Im Bereich Food ist Crowd-Delivery bekannter, z. B. UberEats oder Migros Amigos (amigos.ch), wo der Crowd-Delivery-Ansatz in das Distributionsnetzwerk eines Handelsunternehmens eingebunden ist.

Ebenfalls plattformbasiert sind neue Software-as-a-Service-Geschäftsmodelle (SaaS), wie sie vor allem im Bereich der 4PL-Logistik (Fourth-Party-Logistics) entstanden sind. 4PL-Unternehmen bieten IT-Dienstleistungen und Prozessintegrationen an, ohne über eigene logistische Netzwerke und Fahrzeuge zu verfügen (Bogdanski, 2017). Die SaaS-

Anwendungen ermöglichen neue Geschäftsmodelle vor allem im Bereich der Same-Day-Delivery ausserhalb der klassischen KEP-Netzwerke. Beispiele für Vermittlungsplattformen sind Liefery und tiramizoo in Deutschland oder Lucka Box und notime in der Schweiz, die Handelsunternehmen mit professionellen Express- und Velokurierdiensten landesweit zusammenbringen oder für den Onlinehandel den gesamten Prozess von der Bestellung bis zur Lieferung automatisieren.

Nutzenzentriert

Neben der schnellen Verbreitung neuer Technologien – und damit verbunden veränderten Wertschöpfungsketten –, kommt noch ein dritter Faktor ins Spiel, der den Wandel des Handels treibt: die veränderten Kundenbedürfnisse. Die bisherigen, produktgetriebenen Innovationen und Geschäftsmodelle werden sich radikal auf den Nutzen für die Kundschaft ausrichten müssen. Der Besitz eines Produktes scheint in diesem Zusammenhang an Bedeutung zu verlieren. Eine Dienstleistung ersetzt allerdings nicht das Sachgut. Das Sachgut ist vielmehr ein Hilfsmittel in der Bereitstellung der Dienstleistung. Kundschaft und Unternehmen stehen im Dialog bei deren Entwicklung (Jenni, 2018). Folgende Tendenzen bzgl. veränderter Kundenbedürfnisse mit Auswirkungen auf den Handel und Verkehr sind sichtbar:

- 1) Sharing-Angebote finden mehr Akzeptanz. Am deutlichsten zu sehen ist diese Entwicklung derzeit in den Städten mit Carsharing, E-Trottinets und Bikesharing-Systemen.
- 2) Produkte werden entmaterialisiert. Beispielsweise werden mehr und mehr Musik, Filme und Bücher direkt im Internet heruntergeladen (BFS, 2018a).

Koopetitiv

Koopetitiv oder Koopetition (engl. coopetition) ist eine Wortschöpfung aus Kooperation (cooperation) und Konkurrenz (competition). Es bezeichnet ein Verhalten von Marktteilnehmenden zwischen Zusammenarbeit und Konkurrenz. Der Hintergrund dafür ist, dass mit zunehmender Komplexität die Herausforderungen nicht mehr von einem Unternehmen alleine gelöst werden können. Gleichzeitig gilt es, im Markt mit Start-up-Unternehmen, die unter völlig anderen Voraussetzungen agieren, zu bestehen. Aus diesem Grund initiieren Unternehmen beispielsweise Plattformen, die sie kooperativ – mit Mitbewerbern, Mitbewerberinnen und weiteren Anspruchsgruppen wie bspw. der öffentlichen Hand – entwickeln und für den gesamten Markt öffnen. Ein Beispiel dafür ist Car-Dossier (cardossier.ch), das den gesamten Lebenszyklus eines Autos verwaltet. Es wurde gemeinsam von Versicherungen, Hochschulen, einem Strassenverkehrsamt und einem Carsharing-Unternehmen entwickelt und beruht auf Blockchain-Technologie.

Ein weiteres Beispiel für Koopetition sind BMW und Mercedes, die letztes Jahr ein gemeinsames Joint-Venture angekündigt haben, um im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen am Markt bestehen zu können; also genau in dem in diesem Kapitel beschriebenen Feld der neuen Geschäftsmodelle: nutzen – nicht produktorientiert, plattformbasiert und datengetrieben. Dies zeigt, dass auch sehr erfolgreiche Unternehmen in einem derart disruptiven Umfeld – mit gleichzeitigen Angriffen auf Motor (Elektromobilität), den Fahrer/die Fahrerin (autonomes Fahren) und den Besitz (Sharing-Economy) – nicht alleine bestehen können. Das neue Modell macht die beiden Unternehmen gleichzeitig zu "Erzrivalen und Kooperationspartnern" (Zetsche, 2018). Tiefgreifende Auswirkungen auf die KEP-Branche und das gesamte städtische Mobilitätssystem sind bei Erfolg absehbar.

3.3.4 Auswirkungen auf die urbane Kleingüterlogistik

Der vermehrte Onlinehandel resp. der Handel im Wandel gilt neben dem Megatrend Urbanisierung als der wichtigste Treiber für die Veränderung der städtischen Logistikprozesse. Die wichtigsten Trends sind

- **Kontinuierliches Wachstum der Paketmenge:** Die KEP-Branche ist ein Wachstumsmarkt. Durch das anhaltende Wachstum des Onlinehandels, die zunehmenden direkten BtC- resp. DtC-Wege, sowie einer grundlegenden Verschiebung der Handelswege, wird die Anzahl Pakete weiter steigen. Für reife Märkte werden jährliche Wachstumsraten bis 10 % angegeben (Joerss, Schröder, Neuhaus, Klink & Mann, 2016). Der deutsche Markt rechnet mit einem jährlichen Anstieg der Paketmenge um 4.7 % bis 2023 (BIEK, 2019). Die Schweizer Post geht im selben Zeitraum von einem Anstieg der Paketmenge um 30–40 % aus (vgl. Abb. 47, Kap. 5.1). Neue Technologien wie Augmented Reality dürften dem Onlinehandel weitere Wachstumszahlen beschern, sobald sie den Kundinnen und Kunden mehr Sicherheit bzgl. des Produkts geben.
- **Zunehmender Speed und Individualisierung:** Neue Modelle der kurzfristigen Lieferung (wie Priority, Same-Day- oder Instant-Delivery) werden vermehrt nachgefragt. Der deutsche Markt rechnet mit einem Anteil von rund 20 % Same-Day-Paketen bis 2025 (Hasenmaile et al., 2018), die Schweizer Post prognostiziert einen Anteil von 10–15 % Same-Day- und Instant-Delivery für 2023 (vgl. Abb. 47, Kap. 5.1). Dabei wird die Zeitfensterzustellung eine zentralere Rolle spielen. Die Grösse des Zeitfensters bis hin zu Instant-Delivery wird letztlich vom Bedürfnis und der Zahlungsbereitschaft der Kundschaft getrieben. Ob der Trend zum Everywhere-Commerce anhält, d. h. jederzeit und omni-channel bestellen können und rasch geliefert bekommen,

und sich die Logistiksituation damit weiter zuspitzen wird, hängt auch davon ab, ob regulatorische Eingriffe wie z. B. ein Mobility-Pricing oder eine CO₂-Abgabe erfolgen.

- **Anzahl kleinteiliger Lieferungen wird weiter zunehmen:** Die für die Endkundschaft günstigen Logistikkosten, führen derzeit zu vermehrten kleinteiligen Lieferungen. Dieser Trend wird sich in Europa mit dem zunehmenden Anteil Paketen aus Asien akzentuieren und ist per se nicht nachhaltig, da er dem Wunsch nach Bündelung von Waren und damit effizientem Transport zuwiderläuft. Diese Entwicklung wird stark von der Bequemlichkeit der Kundschaft gesteuert, sodass nur Regulierung über den Preis oder Sensibilisierung einen Halt bringen könnten.
- **Anzahl Zweitzustellungen mittelfristig abnehmend:** Mit den erweiterten Zustellmöglichkeiten wie Abholstationen oder Steuerungsmöglichkeiten der Sendung durch die Kundschaft, dürfte die Zweitzustellungsrate künftig zurückgehen. Dies wird stark von entsprechenden Angeboten abhängen.
- **Retouren werden langfristig zurückgehen:** Für die Kundschaft kostenlose Retouren sind ein wichtiges Differenzierungsmerkmal des Onlinehandels. Die Paketretourquote von Zalando beispielsweise wird auf 60 % geschätzt (Lang, 2019b). Langfristig dürften diese Geschäftsmodelle für den Onlinehandel nicht nachhaltig sein. Erste Anzeichen gibt es in Italien, wo Zalando für Bestellungen unter EUR 25 Versandkosten eingeführt hat (Jucker et al., 2019). Neue Technologien wie Augmented Reality ermöglichen künftig die Anprobe ohne die physische Ware. Langfristig wird die Lieferung einer Ware "zur Anprobe" ein entsprechendes Preisschild haben, womit sich die Anzahl Warensendungen für diesen Zweck in beide Richtungen reduzieren dürfte. Dies hängt ebenfalls stark davon ab, inwieweit eine Regulierung über den Preis gelingt.
- **Wachsende Anzahl Pakete aus dem Ausland verstärkt den Trend:** Derzeit sind Pakete aus Asien aufgrund der Versandpreise trotz erster Korrekturmaßnahmen des Weltpostverbands für die Endkundschaft sehr günstig. Es wird daher mit einem weiteren Anstieg gerechnet. Auch der forcierte Ausbau von Distributionszentren chinesischer Onlinehandelsunternehmen in Europa (siehe Kap. 3.3.2) deutet in diese Richtung.
- **Wachsender Food-Bereich:** Vermehrte Heimlieferungen oder Same-Day-Bestellungen im Food-Bereich benötigen neue Logistikinfrastrukturen wie beispielsweise gekühlte Abholstationen.
- **Distributionskanäle werden vielfältiger, Omni-Channel gewinnt an Bedeutung:** Neben der Heimlieferung direkt ab Depot werden sich – für kleinere Warengruppen – Abholstationen oder die Abholung im Geschäft als Standards etablieren. Stationä-

rer Handel im heutigen Sinn wird für gewisse Konsumbereiche an Bedeutung verlieren, die Präsentation der Ware in den Städten bleibt aber wichtig. Dazu sind flexiblere Flächennutzungen zentral. Auch grosse Handelsunternehmen, z. B. im Home & Living-Bereich, die bisher eher in der Peripherie waren, werden den Weg in die Städte finden.

- **Materielle Warenströme und Transportwege werden sich ändern:** Da sich das Einkaufserlebnis mit den neuen technologischen Möglichkeiten ändert, die Nutzung der Produkte teilweise entmaterialisiert wird oder als Service angeboten wird (Beispiel Medienbereich), wird es künftig nicht mehr nötig sein, alle Güter zunächst in den stationären Handel in die Innenstadt oder in die Quartiere zu bringen. Denkbar ist, dass die Kundschaft die Ware zu Hause oder stationär mit Unterstützung von Virtual-Reality-Technologie aussucht oder, falls eine materielle Begutachtung oder Inspiration nötig ist, diese an zentralen Orten wohnortsnah stattfindet. Die Ware wird dann anschliessend von Depots ausserhalb der Stadt direkt an den Nutzungsort gebracht oder nutzungsnah produziert (z. B. mittels 3-Druck).
- **Komplexität des Gesamtsystems und die Geschwindigkeit nehmen zu:** Omni-Channel, die zunehmende Individualisierung, das Bedürfnis nach schnelleren Sendungen und das sich ändernde Einkaufsverhalten werden das System insgesamt komplexer machen. Gleichzeitig nimmt die Geschwindigkeit der Einführung neuer Dienstleistungen, Technologien und Produkte zu.
- **Disruptive Technologien:** Autonome Roboter sind derzeit gem. Gartner-Hype-Cycle (siehe Kap. 3.4) am Ende der Durchbruchphase und erreichen ca. 2030 das Plateau der Produktivität. Denkbar sind selbständiges Einkaufen in Kombination mit kassenlosem Einzelhandel sowie Abholung, Lieferung und Empfangnahme von Waren. Mit der Einführung autonomer Fahrzeuge wird die gesamte Lieferbranche disruptiert.

3.4 Technologie

Es gibt zahlreiche Quellen für Technologietrends. Die wohl bekannteste Quelle und Methode zur Bewertung neuer Technologien ist der Gartner-Hype-Cycle, der 1995 von der Beraterin Jackie Fenn geprägt wurde (Fäh, 2018). Der Gartner-Hype-Cycle stellt die Phasen öffentlicher Aufmerksamkeit neuer Technologien dar und schätzt deren Reifegrad ab. Es handelt sich um eine "Art Wettervorhersage" (Fäh, 2018). Unterschieden werden jeweils die vier Phasen "Trigger" (Durchbruch der Technologie), "Peak" (Gipfel der überzogenen Erwartungen), "Trough" (Tal der Enttäuschungen), "Slope" (Pfad der Erleuchtung) und "Plateau" (Plateau der Produktivität). Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 16 den Gartner-Hype-Cycle der neuen Technologien 2018.

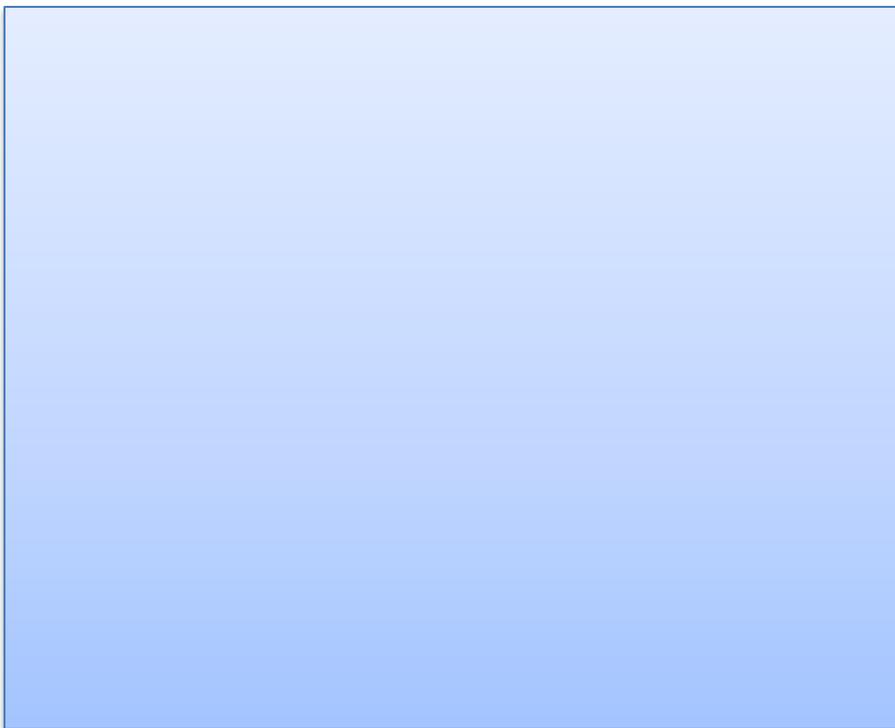


Abb. 16 Gartner-Hype-Cycle for Emerging Technologies 2018 (Panetta, 2018)

Neben der jährlichen Ausgabe zu den neuen Technologien gibt es über 60 Spezialausgaben, darunter auch Hype Cycles für Digital Commerce und Transportation Industry (Übersicht Technologien und Phasen siehe Anhang 2).

Der Tech Trends Report des Future Today Institute beschreibt 315 Technologietrends, über 100 davon werden als relevant erachtet für die Branchen "CPG [consumer packaged goods] and Retail", "Governing – City Planning and Management" und "Utilities" (Webb et al., 2019).

Dabei sind die Trends unterschiedlich relevant für die Schnittstelle Handel, Logistik, Verkehr. Buzz-Words wie IoT, Robotics und Drohnen werden häufig im Zusammenhang mit Logistik genannt; auch Big Data und Artificial Intelligence (Zheng, 2019). All diese Technologien sind miteinander verbunden. Eine klare Abgrenzung ist nicht möglich und z. T. auch noch nicht vorhersehbar. Die Megatrend-Map des Future Instituts zeigt die sich überschneidenden Makrotrends und deren Zugehörigkeit zu verschiedenen Megatrends sehr anschaulich (siehe Anhang 2).

Im Folgenden werden zwei technologische Entwicklungen beschrieben, die als Makrotrends praktisch alle Lebensbereiche betreffen werden: Künstliche Intelligenz und virtuelle resp. erweiterte Realität (VR and AR, zusammengefasst als XR). Zudem werden Trends im Transportbereich aufgeführt, die besonders relevant für die Branche der Kurier-, Express- und Paket-Dienste (KEP) sind; beispielsweise autonomes Fahren. Einige Technologien werden bereits in ersten Smart-City-Logistik-Pilotprojekten und Konzepten angewandt (vgl. Kapitel 4.3.1).

Viele Technologien im weiteren Umfeld sind ebenfalls relevant, wie. z. B. eine Infrastruktur für Elektroautos, Voice-Recognition im Einkaufs- und Lieferprozess, maschinelles Lernen in Echtzeit, verschiedene Arten von modernen Bezahl- und Bestellsystemen oder Blockchain-Technologie zum Aufbau von überbetrieblich genutzten Plattformen.

Welche Technologien sich schliesslich durchsetzen werden, ist von vielen Faktoren abhängig, nicht zuletzt von gesellschaftlicher Akzeptanz, Wirtschaftlichkeit und dem Zeitgeist. Gleichzeitig können Investitionen in Technologie auch die politischen Verhältnisse verschieben, was sich beispielsweise an Chinas Künstliche-Intelligenz-Initiative zeigen könnte: "The country's extraordinary investments in AI could signal big shifts in the balance of geopolitical power in the years ahead" (Webb et al., 2019). Auch die Technologieentwicklung ist Teil der VUCA-Welt (siehe Kap. 3.1.1), was für Unternehmen, aber auch für Städte und die ganze Gesellschaft bedeutet: "It's time to get comfortable with deep uncertainty" (Webb et al., 2019).

Folgende drei Bereiche werden wegen ihrer grossen Relevanz nachfolgend und in Anhang 2 vorgestellt:

- Künstliche Intelligenz (KI)
- AR, VR, XR und Spatial Computing
- Transport

3.4.1 Künstliche Intelligenz (KI)

Künstliche Intelligenz (KI), oder English Artificial Intelligence (AI) ist in verschiedenen Ausprägungen in der Durchbruchphase des Gartner-Hype-Cycle (vgl. Abb. 16). Der 2019 Tech Trends Report des Future Today Institute argumentiert, dass AI gar kein Trend an sich ist, sondern die wichtigste technologische Entwicklung überhaupt. "It's not a tech trend; it's the third era of computing. It connects to everything else we do in business, governing and everyday life" (Webb et al., 2019).

Es gibt keine einheitliche Definition für Künstliche Intelligenz, vielmehr entwickelt sich das Verständnis über hunderte von Jahren. In seiner einfachen Form ist KI ein System, das unabhängige Entscheidungen trifft. Es ist ein Teilgebiet der Informatik, in dem Computer so programmiert werden, dass sie Entscheidungen treffen können, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern. Dazu gehört Lernen, Argumentieren, Probleme lösen, Sprachen verstehen und eine Situation oder Umgebung wahrnehmen. Die Vorstellung von KI geht zurück zu den Philosophinnen und Philosophen des 17. Jahrhunderts. Ada Lovelace hat im 19. Jahrhundert die Theorie aufgestellt, dass Computer eines Tages denken können wie Menschen (Webb et al., 2019).

Heute ist KI in aller Munde. Anwendungen, die als schwache KI (narrow AI) gelten, sind bereits Teil unseres Lebens wie das Antilockiersystem im Auto, der Spam-Filter im E-Mail Programm, und Empfehlungen, die Amazon, Spotify u.a. uns täglich geben. China hat angekündigt, bis 2030 das weltweit bedeutendste KI-Innovationszentrum zu werden. Alibaba möchte 15 Mrd. US\$ in KI Forschung über die nächsten drei Jahre investieren und baut dazu weltweit in sieben Städten Forschungszentren auf (Webb et al., 2019).

Im Anhang 2 findet sich eine Übersicht zu ausgewählten Anwendungen und Beispielen von KI mit Relevanz für Logistik, Handel und Verkehr.

3.4.2 XR – Augmented and Virtual Reality

Virtual (VR) und Augmented Reality (AR) Technologien sind bereits heute weitverbreitet in einer Vielzahl von Industrie- und auch Privatanwendungen (vgl. Abb. 17). Sie werden als Eintritt in eine neue Computer-Ära betrachtet, die mit Spatial-Computing bezeichnet wird: Internet und Computeranwendungen werden nicht mehr auf 2-D Bildschirmen abgerufen, sondern verschmelzen, dank einer Mischung aus AR mit Gesten- und Sprachbefehlen, mit der natürlichen Welt (vgl. Abb. 18).

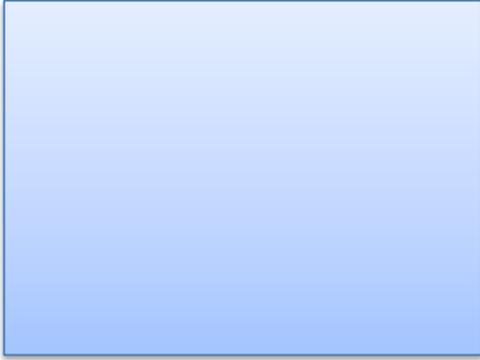


Abb. 17 Urban-Bike-Festival 2019. Bild: Tiefbauamt Stadt Zürich

Mit Spatial Computing wird es nicht mehr nötig sein, unsere Aufmerksamkeit zwischen der wirklichen Welt und einem zweidimensionalen Bildschirm hin- und her wandern zu lassen, sondern virtuelle und reale Welt werden verschmelzen. Damit verschwinden auch die Schnittstellen, die Gegensätze der realen und der virtuellen Welt heben sich auf.

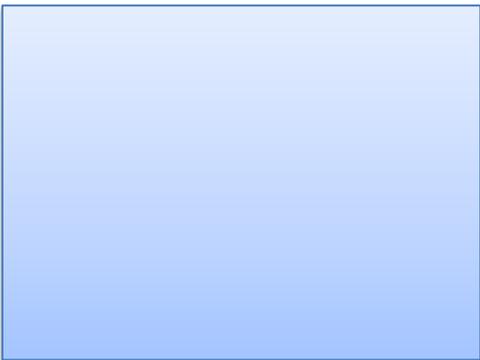


Abb. 18 Wendepunkt von 2-D Computing zu Spatial Computing (Inbar, 2019)

Wie bei vielen Technologien wird der Erfolg von Spatial Computing nicht zuletzt davon abhängen, wie wir als Gesellschaft den Schutz der Privatsphäre gewährleisten können.

Extended Reality (XR) wird als Sammelbegriff verwendet für virtuelle Umgebungen und Kombinationen von virtueller mit realer Welt. Ähnlich wird der Begriff Mixed Reality (MR) verwendet, der das gesamte Spektrum möglicher Kombinationen zwischen Realität und Virtualität abdeckt. Im Anhang 2 findet sich eine Übersicht zu ausgewählten Anwendungen und Beispielen mit Relevanz für Logistik, Handel und Verkehr wie Smart Glasses, AR Apps und Computer Vision.

3.4.3 Transport

Die Entwicklung der Technologie im Bereich Transport zeigt derzeit sehr anschaulich die Abhängigkeiten und Wechselwirkungen aller Umweltdimensionen:

- **Ökologie** in Form von Politikregulierung und Zielsetzungen, ist ein Treiber in Richtung fossilfreie Mobilität.
- Die **Gesellschaft** entscheidet über die Akzeptanz von autonomen Fahrzeugen, ist aber auch Treiberin neuer Bedürfnisse wie Same-hour-Delivery oder vermehrtem Food-Delivery aufgrund veränderter Lebensgewohnheiten.
- Die **öffentliche Hand und die Privatwirtschaft** haben einen grossen Einfluss, indem sie alternative Mobilitätskonzepte vorantreiben, die die Bedürfnisse aller Stakeholder berücksichtigen. Gleichzeitig kann die Digitalisierung, in Form von verbesserter Datennutzung, neue IT-Lösungen für einen optimierten Verkehrsfluss im Sinne einer Smart-City ermöglichen.

Viele neue Technologien im Transportsektor sind in den letzten Jahren Mainstream geworden und sind – in Testversionen – bereits auf den Strassen und in der Luft unterwegs, z. B. selbstfahrende Fahrzeuge (vgl. Abb. 19), Drohnen und Lieferroboter.



Abb. 19 Self-e VBZ. Bild: Tom Kawara (Wälti, 2018)

Autonomes Fahren der höchsten Stufe (Level 5, siehe Anhang 2) befindet sich gemäss Gartner-Hype-Cycle (vgl. Abb. 16) in der Durchbruchphase. Das Plateau der Produktivität wird ab 2030 erreicht. Im 2019 Tech Trends Report des Future Today Instituts klingt das so: "We are in transition—the last years of human driving" (Webb et al., 2019).

Im Anhang 2 findet sich eine Übersicht zu ausgewählten Anwendungen und Beispielen mit Relevanz für Logistik, Handel und Verkehr wie Drohnen, Lieferroboter und autonome Lieferfahrzeuge.

4 Smart-City-Logistik

Das Smart-City-Logistik-Thema wird für die Städte immer dringlicher. Zwei wichtige Treiber kristallisieren sich heraus:

- **Wachstum der Städte und Handel im Wandel akzentuiert Verkehrsprobleme**

Die Städte sind mit einem Anstieg der Paketmenge konfrontiert und, wenn keine Massnahmen ergriffen werden, auch mit einem Mehrverkehr von Lieferfahrzeugen (vgl. Kap. 2.1 und 3.3.4). Dies, bei bereits hohem Verkehrsaufkommen und begrenztem urbanem Raum, sowie Zielsetzungen, den motorisierten Verkehr nicht weiter anwachsen zu lassen. Verstärkend kommen Kundenbedürfnisse hinzu, wie der "Real-Time" Steuerungsanspruch mit direkten Eingriffsmöglichkeiten in den Verkehrsfluss.

- **Klimaschutzverpflichtung**

Immer mehr Städte verpflichten sich zu Klimaschutzmassnahmen, wobei die Zielsetzungen im Sinne des Klimaabkommens von Paris so hoch liegen, dass sie mit dem herkömmlichen System nicht erreicht werden können. Ein Beitrag aller Emissionsbereiche, von allen Mitgliedern der Gesellschaft und auf allen politischen Ebenen ist notwendig. Damit ist auch die City-Logistik in der Pflicht: Ohne entsprechende Massnahmen wird ein Anstieg der Treibhausgasemissionen aus dem Anteil urbane Logistik um mehr als 20% erwartet (Rapp, Interface & IVT, 2017).

In diesem Kapitel werden Lösungsmodelle für eine Smart-City-Logistik vorgestellt. Städte und Quartiere unterscheiden sich in der Komplexität ihrer Verkehrssituationen und Nutzungsstruktur. Es wird daher nicht nur eine Smart-City-Logistik-Lösung geben. Dasselbe gilt für die Pakete, die unterschiedlich gross, schnell und sicher unterwegs sind. Ausgehend von den Bedürfnissen der Anspruchsgruppen können jedoch gewisse Merkmale und Ansätze einer smarten City-Logistik definiert werden.

Zunächst werden deshalb die Bedürfnisse der Kundinnen und Kunden, der Unternehmen sowie der Städte beleuchtet und der gemeinsame Nenner gesucht. Aus der Bedürfnisanalyse unter Berücksichtigung des gewählten Smart-City-Fokus werden in einem zweiten Teil Merkmale einer Smart-City-Logistik definiert.

Im Anschluss werden Pilotprojekte beleuchtet, die Elemente eines oder mehrerer dieser Smart-City-Logistik-Merkmale enthalten. In einem weiteren Teil wird abgeschätzt, wie gross die Zielbeiträge der vorgestellten Smart-City-Logistik Ansätze zu den definierten Smart-City-Logistik-Merkmalen sind.

Ein separater Teil ist der möglichen Rolle des öffentlichen Verkehrs mit Bezug auf die Smart-City-Logistik gewidmet.

In einem Exkurs werden drei visionäre Smart-City-Logistik-Lösungen – z. T. unter Einbezug des ÖV – vorgestellt. Diese wurden an einem Smart-City-Logistik-Workshop im Sinne einer ergänzenden intuitiven Annäherung an das Thema erarbeitet. Ziel war es, über die bestehenden Möglichkeiten und Pilotprojekte hinauszudenken, um weitere Hinweise zu erhalten, wie Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Einführung einer Smart-City-Logistik angepasst werden müssten. Sowohl die Ergebnisse aus der analytischen Annäherung wie aus der Erarbeitung der Smart-City-Logistik-Lösungen aus dem Workshop dienen als Grundlage für die Handlungsempfehlungen in Kapitel 6.

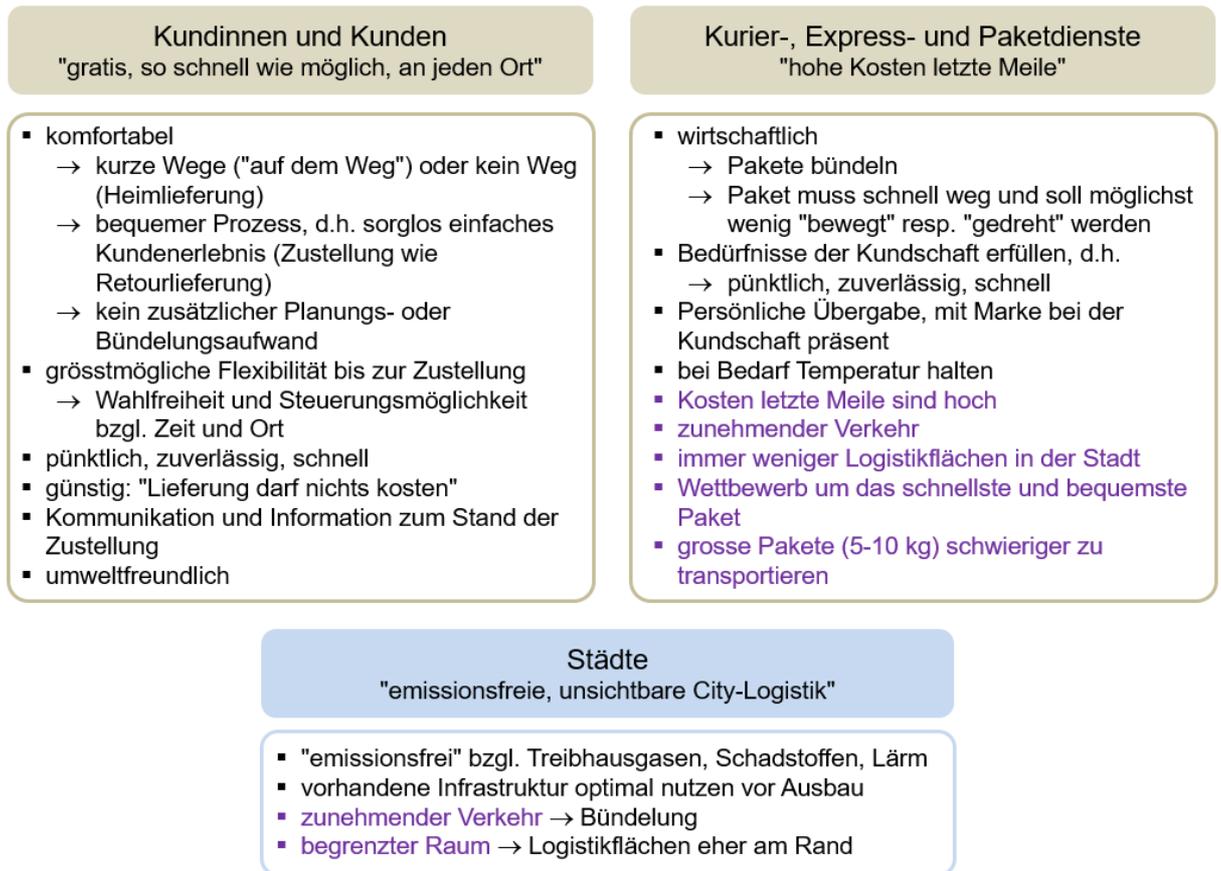
4.1 Bedürfnisse der Anspruchsgruppen

Für den Entwurf einer Smart-City-Logistik wurden die folgenden drei Haupt-Anspruchsgruppen definiert:

- Städte: Menschen und Unternehmen in der Stadt
- Kundinnen und Kunden: Menschen in der Stadt, die Pakete bestellen
- KEP (Kurier-, Express- und Paket-) Dienste: Unternehmen deren Aufgabe es ist, die Pakete mit den Kundinnen und Kunden zusammenzubringen

Die Anspruchsgruppen überschneiden sich. Beispielsweise sind eine Kundin und ein Kunde auch Teil der Stadt, wo sie wohnen, arbeiten oder zu Besuch sind. Dennoch scheint die Aufteilung sinnvoll, da Personen je nach Situation andere Ziele verfolgen oder die Gewichtung der Ziele unterschiedlich vornehmen; z. B. setzen sie sich auf einer übergeordneten Ebene als Bürgerin oder Bürger für einen vermehrten Klimaschutz ein und nehmen als Kundin oder Kunde die Mehrbelastung der Umwelt durch ein Same-Day-Paket in Kauf. In diesem Fall gewichten sie die Bequemlichkeit oder die Dringlichkeit höher als die Zielsetzung CO₂-Reduktion.

In einem ersten Schritt wurden die Bedürfnisse und Schmerzpunkte der Anspruchsgruppen aus den Interviews und der Literatur aufgenommen und im Smart-City-Logistik-Workshop validiert (siehe Abb. 20).



schwarz = Bedürfnisse
violett = Schmerzpunkte

Abb. 20 Stakeholder-Map Smart-City-Logistik Paketmarkt (eigene Darstellung)

Die Handelsunternehmen wurden ebenfalls in der Stakeholderanalyse mitbetrachtet. Durch ihre Differenzierungsstrategien, z. B. die Retourenpolitik, haben sie zwar durchaus Einfluss auf den Logistikmarkt, doch zeigte sich sowohl in den Interviews, als auch im Workshop, dass ihre Strategie bezogen auf eine nachhaltige resp. klimafreundlichere City-Logistik eher defensiv ist. Ihr Hauptanliegen ist es, die Ware sicher, zuverlässig und kostengünstig zur Kundschaft zu bringen, wozu sie die Dienste eines KEP-Unternehmens nutzen. Wenn Klimaschutz ein Thema ist, versuchen sie dem in der Auswahl des KEP Rechnung zu tragen. Die Bereitschaft neue Angebote, wie z. B. CO₂ neutrale Lieferungen, anzubieten ist durchaus vorhanden, doch tun sie dies nicht aus Eigeninitiative. Dieses Bedürfnis müsste als klares Signal von der Kundschaft oder dem KEP kommen.

Die Stakeholderanalyse zeigt gewisse Überschneidungen sowohl bei den Bedürfnissen wie auch bei den Schmerzpunkten. Kommt hinzu, dass auch widersprüchliche Bedürfnisse geäußert werden. Beispielsweise wünschen sich die Kundinnen und Kunden eine saubere Transportalternative, gleichzeitig möchten sie die Lieferung am liebsten gratis.

Aus den Gesprächen mit den Expertinnen und Experten sowie im Workshop kristallisierten sich sieben wichtige Bedürfnisse heraus:

1. **Flexibilität und Steuerungsanspruch:** Die Kundschaft möchte sagen wo und wann sie die Ware in Empfang nehmen möchte und dies bis zur Übergabe steuern.
2. **Information und Interaktion:** Die Kundschaft wünscht Transparenz über den Stand der Zustellung und möchte die nötigen Informationen zum passenden Zeitpunkt erhalten. Wird Kundenzentriertheit konsequent umgesetzt, wird die Reise des Pakets zum möglichst sorglosen Erlebnis für die Kundin und den Kunden.
3. **Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit** werden vorausgesetzt.
4. **Zunehmende Geschwindigkeit:** Für die zunehmenden Same-Day Lieferungen bedarf es neuer Logistikkonzepte mit einem engermaschigeren Netz von Umschlagplätzen und kleineren Depots.
5. **Ökologisch:** Von Seiten der Kundschaft besteht die Erwartung, dass das Paket möglichst ökologisch transportiert wird. Darunter wird meist eine CO₂-arme, energieeffiziente Lieferung verstanden. Die Zahlungsbereitschaft dafür ist eher tief. Mit Sensibilisierung, z. B. über das Anzeigen des CO₂-Footprint des Pakets, und aktivem Angebot zur Wahl einer ökologischen Versandvariante bereits auf dem Handelsportal, sollte die Kundschaft stärker in die Pflicht genommen werden.
6. **Verschiebung von Zulieferung zu Abholung:** Der heutige Standard "Haustürzulieferung" ist bei der Kundschaft immer noch sehr beliebt wie eine Umfrage in Zusammenarbeit mit Hermes Deutschland zeigt (ECC Köln, 2018). Hauslieferung muss künftig mit einem entsprechenden Preis hinterlegt werden. Ökologischere Alternativen wie z. B. Abholstationen sollen zum neuen Standard werden.
7. **Smart-City-Logistik:** Es braucht eine neue ökologischere City-Logistik, um den erwarteten Mehranstieg der Paketmenge bei gleichzeitig wachsenden Städten und bereits hohem Verkehrsaufkommen (Individual- und Güterverkehr), zu bewältigen. Gefordert sind Lösungen, die die Anzahl Wege reduzieren, indem Ware – möglichst überbetrieblich – gebündelt wird und innerstädtische Flächen als Logistikumschlagplätze dafür zur Verfügung stehen. Zentral ist, dass die Ressourcenthematik (z. B. Fläche, CO₂-Emissionen) ins Preismodell einfließt.

4.2 Merkmale einer Smart-City-Logistik

Als drei wichtige Spannungsfelder für alle Anspruchsgruppen kristallisierte sich der begrenzte Raum, der zunehmende Verkehr und der Klimaschutz heraus. Ausgehend von diesen drei Herausforderungen werden folgende Zielsetzungen resp. Merkmale einer Smart-City-Logistik definiert (vgl. Tab. 2):

- **Fläche und Infrastruktur:** Fläche und bestehende Infrastruktur wird effizient genutzt, z. B. durch den Einsatz raumsparender Fahrzeuge, Pricing von Ladefläche und Verkehrsinfrastruktur oder durch gemeinsame Nutzung von Logistikfläche.
- **Verkehr:** Anzahl Fahrten und Wege werden insgesamt reduziert, z. B. durch Bündelung von Paketen, vermehrte Kombination von Aktivitäten, Vermeidung von Einzelfahrten, erfolgreiche Erstzustellung und Reduktion von Mehrfahrten wegen Retouren.
- **Klimaschutz:** Die Logistik erfolgt "emissionsfrei", d. h. ohne Emission von Treibhausgasen (analog für Lärm und Schadstoffe) und möglichst energieeffizient.

Spannungsfelder	Herausforderungen	Merkmale Smart-City-Logistik
Fläche und Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Begrenzter Raum, Konfliktsituationen ▪ Fehlende Logistikflächen ▪ Fahrzeuge wenig flächeneffizient 	Fläche und bestehende Infrastruktur werden effizient genutzt
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zunehmender Verkehr durch Lieferfahrzeuge ▪ Ineffiziente "letzte Meile" ▪ Bereits hohes Verkehrsaufkommen 	Anzahl Fahrten und Wege werden insgesamt reduziert
Klimaschutz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusätzliche THG-Emissionen (und Schadstoffe, Lärm) durch Lieferfahrzeuge ▪ Treibhausgas-Neutralitätsstrategie 	Die Logistik erfolgt «emissionsfrei»

Tab. 2 Spannungsfelder und Merkmale einer Smart-City-Logistik (eigene Darstellung)

4.3 Ansätze einer Smart-City-Logistik

Es gibt eine Vielzahl von Smart-City-Logistik-Konzepten, Lösungsansätzen und Pilotprojekten; vgl. z. B. (Rapp Trans AG & GS1 Switzerland, 2018), (Rapp et al., 2017), (Bogdanski, 2017). Ausgewählt wurden beispielhafte Ansätze, die zumindest eines der Smart-City Merkmale enthalten, Technologien verwenden, die auf absehbare Zeit (10-20 Jahre) zur Marktreife gelangen oder in Pilotprojekten bereits getestet werden. Zum Zwecke der Übersichtlichkeit werden Smart-City-Logistik-Konzepte mit ähnlichen Ansätzen in eine der drei folgenden Gruppen eingeteilt (in Anlehnung an (Hasenmaile et al., 2018)):

- 1) Umweltfreundliche und autonome Auslieferung
- 2) Abholmodelle
- 3) Ganzheitliche Kooperationsansätze

Untersucht werden dabei die in nachfolgender Tabelle 3 aufgeführten "Best-Practice" Beispiele

Smart-City-Logistik-Ansätze	Untersuchte "Best-Practice" Beispiele
Umweltfreundliche und autonome Auslieferung	Lastenfahrräder Elektrolieferwagen Lieferroboter Drohnen Autonome Zustellfahrzeuge Weitere Auslieferungsansätze
Abholmodelle	Autonome Stationen Bediente Stationen
Ganzheitliche Kooperationsansätze	Stadtnahe Logistikumschlagplätze Mikro-Hubs Cargo-Tram

Tab. 3 Einordnung Smart-City-Logistik-Ansätze (eigene Darstellung)

Zu beachten ist, dass die Unterscheidung nicht messerscharf ist und die Ansätze idealerweise in Kombination existieren. Für eine Smart-City-Logistik braucht es einen Mix aus verschiedenen Instrumenten, Technologien und Distributionsmodellen.

Ein wichtiger Begriff aus der Logistik ist der Hub oder Umschlagplatz, d. h. der Ort, an dem Waren angeliefert, gebündelt und umgeladen werden. Hubs kommen in den verschiedenen Smart-City-Logistik-Ansätzen in unterschiedlicher Form vor: vom Lieferwagen, der im Quartier abgestellt wird und von dem aus die Auslieferung zu Fuss erfolgt, bis zum Güterumschlagplatz am Stadtrand. Als Modell dazwischen etablieren sich die sogenannten Mikro-Hubs, die idealerweise als Netz über verschiedene Stadtviertel angeordnet sind und je nach Ausprägung verschiedene und auch mehrere Funktionen innehaben können. Die Begriffe Mikro-Hub und Mikro-Depot werden oftmals für dasselbe Prinzip verwendet. Da der Begriff "Depot" eher mit einem Aufbewahrungsort assoziiert wird, wird in dieser Arbeit der Begriff "Hub" bevorzugt, da die dynamische Komponente (dt. "Umschlagplatz") dem Prinzip der Schnelligkeit und Vielseitigkeit dieses Konzepts besser entspricht.

Die derzeitigen Pilotprojekte und Strategien konzentrieren sich mehrheitlich im ersten und zweiten Ansatz. Ansätze für Kooperationsmodelle sind im Pilotstadium vorhanden oder im Aufbau.

4.3.1 Umweltfreundliche und autonome Auslieferung

Im Smart-City-Ansatz "umweltfreundliche und autonome Auslieferung" wird weiterhin der klassische Auslieferungsansatz verfolgt, wobei die Auslieferung durchaus auch an eine Abholstation (siehe nachfolgendes Kapitel 4.3.2) erfolgen kann. Die Idee ist, statt der vorherrschenden fossilbetriebenen, grossräumigen Transporter flexible, ggf. schnellere, umweltfreundliche, kostengünstigere und autonome Fahrzeugtechnologien einzusetzen. Die autonomen Fahrzeugtechnologien zählen zu den disruptiven Technologien der Paketzustellung (Bogdanski, 2017), darunter Drohnen, Lieferroboter und autonome Zustellfahrzeuge.

Vorgestellt werden in diesem Kapitel die folgenden Ansätze:

- Lastenfahrräder
- Elektrolieferwagen
- Lieferroboter
- Drohnen
- Autonome Zustellfahrzeuge
- Weitere Auslieferungsansätze

Ebenfalls zu den umweltfreundlichen Fahrzeugen gehört der Handkarren, der nicht näher beschrieben wird, da er ähnlich ökologisch ist wie die Lastenfahrräder. Er kommt nur dort zum Einsatz, wo das Lastenrad aufgrund der geringen Distanz oder Zutrittsbeschränkungen nicht tauglich ist. Die Wirtschaftlichkeit ist aufgrund der geringen Lademenge im Verhältnis zu den Personalkosten noch schlechter als bei den Lastenfahrrädern. Ähnlich ist es mit der Auslieferung zu Fuss ohne weitere Unterstützung durch Fahrzeuge. Beide Methoden werden im Zusammenhang mit mobilen Mikro-Hubs praktiziert, zum Beispiel in Kombination mit Wechselbrücken oder indem das Lieferfahrzeug parkiert wird und die Auslieferung von dort zu Fuss erfolgt, wobei die ausliefernde Person jeweils wieder zum Fahrzeug zurückkehrt und die nächsten Pakete abholt. Diese Praxis kommt vor allem bei beschränktem Raum zum Einsatz, wo es sich nicht lohnt, das Fahrzeug jeweils neu zu bewegen und zu parkieren.

4.3.1.1 Lastenfahrräder

Velokurierfahrer/innen sind seit langem ein gewohntes Bild in Grossstädten. Es gibt eine Vielzahl oft lokaler Anbieter/-innen. Um im aufkommenden Same-Day-Paketgeschäft schweizweit ihre Dienstleistungen anbieten zu können, haben sie sich im Netzwerk Urban Logistics (urbanlogistics.ch) zusammengeschlossen. Ähnlich vermittelt das Schweizer Start-up LuckaBox, das auf schnelle Lieferungen spezialisiert ist, Express- und Velokuriere (luckabox.com).

Ein weiteres Schweizer Start-up, das ebenfalls mit Lastenfahrrädern eine umweltfreundliche Alternative zur klassischen Paketbranche bieten möchte, ist ImagineCargo. Das Unternehmen engagiert sich vor allem in der Entwicklung von Lastenfahrrädern und dem Aufbau eines ganzheitlichen, alternativen Logistiknetzwerks, welches für längere Strecken die Kombination von Lastenfahrrädern mit dem Schienentransport der Bahn vorsieht (Engagement Migros, 2019), (vgl. Abb. 21).

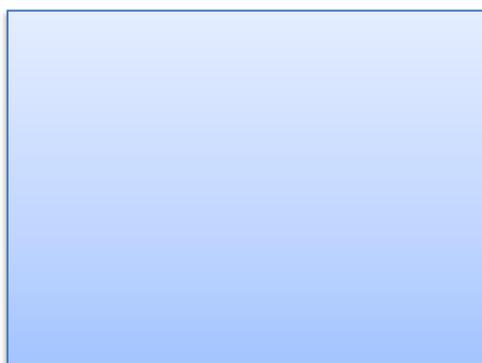


Abb. 21 Lastenrad kombiniert mit Schienentransport (Engagement Migros, 2019)

Die Marktanteile der Fahrradkurierdienste sind gegenüber den grossen KEP derzeit vernachlässigbar. Neu setzen auch die etablierten KEP auf Lastenfahrräder. Der Antrieb erfolgt konventionell oder elektrisch unterstützt. Oftmals handelt es sich noch um Pilotprojekte, da die Effizienz gegenüber dem herkömmlichen System erst zu beweisen ist.

Es kristallisiert sich heraus, dass die logistischen Nachteile wie geringere Geschwindigkeit, Nutzlast und Ladevolumen durch die Kombination mit einem Mikro-Hub-Ansatz, ausgeglichen werden könnten (Bogdanski, 2017). UPS startete in Hamburg 2012 einen Modellversuch mit Lastenfahrrädern und Mikro-Hub, der sich gemäss Aussage von UPS Deutschland-Chef bewährt hat (vgl. Abb. 22). Es folgten anschliessend viele weitere Projekte auch ausserhalb Deutschlands. Pro Mikro-Hub werden 2-3 Zustellfahrzeuge eingespart. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb ist, dass innerstädtisch genügend geeignete Fläche "zu vertretbaren Kosten" (House of Logistics & Mobility, 2018) vorhanden ist.

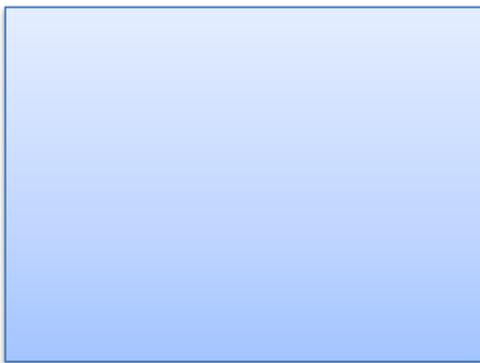


Abb. 22 Lastenfahrrad in Kombination mit mobilem Mikro-Depot (Bogdanski, 2017)

Zweispurige Lastenfahrräder können bis zu 200 Kilogramm und 2 m³ Ware transportieren. Eine Tour beträgt maximal 20 Kilometer pro Tag. Da in den grossen deutschen Städten die Depots der KEP mehr als 20 Kilometer von den Zustellgebieten entfernt sind, wird die "letzte Meile" in eine "vorletzte Meile" (Langstrecke, Anlieferung heute via LKW) und in eine "allerletzte Meile" aufgeteilt, wo die Zustellung mit dem Lastenfahrrad erfolgt. Dies erfordert einen zusätzlichen Sendungsumschlag im Mikro-Hub. Dafür werden entweder mobile Mikro-Depots (vgl. Abb. 22) oder Immobilien verwendet. Dieser Ansatz wird derzeit in vielen deutschen Städten für die Tageszustellung erprobt (Bogdanski & Bayer, 2018). DHL Express gibt an, in einigen europäischen Städten bereits bis zu 60 % der innerstädtischen Routen mit Lastenfahrrädern zu betreiben (vgl. Abb. 23). Der CEO von DHL Express Europe geht davon aus, "dass der City-Hub und das Cubicycle [Anm. Lastenfahrrad mit Containerbox] dazu beitragen werden, diesen Ansatz in den nächsten drei bis fünf Jahren weiter zu stärken" (Deutsche Post DHL Group, 2017).

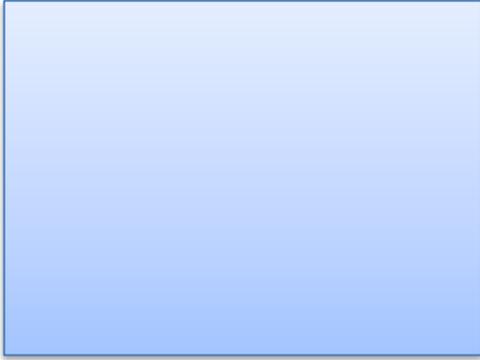


Abb. 23 Lastenfahrrad mit Containerbox (Deutsche Post DHL Group, 2017)

Forschungsergebnisse aus Nürnberg deuten darauf hin, dass je nach Gebietssituation mit dem City-Hub-Konzept je ein konventionelles Zustellfahrzeug bis 3.5 Tonnen zGG (z. B. Mercedes Benz Sprinter mit 12 m³) durch 1.1 bis 1.3 Lastenfahrräder ersetzt werden könnte (Bogdanski, 2017).

In der Schweiz hat die Post im September 2018 begonnen den Mikro-Hub-Ansatz in Kombination mit Lastenfahrrädern für die Abendzustellung in Zürich zu testen. Sie arbeitet dafür mit dem Start-up-Technologieunternehmen notime zusammen, das sich auf optimierte Tourenplanung von kurzfristigen Sendungen spezialisiert hat. Seit Februar 2018 ist die Post Mehrheitsaktionärin von notime (Die Post, 2018), (Mobility Solutions AG, 2019). Notime betreibt neben seiner Kernkompetenz – einer IT-Plattform, die Lieferungen aus dem Onlinehandel bündelt und automatisch hochoptimierten Routen zuweist – ein eigenes Netzwerk von mehr als 400 Fahrradkurierinnen und -kurieren in den acht grössten Schweizer Städten (ETH Zürich, 2019).

Einige der grossen Herausforderungen für dieses Smart-City-Logistik-Modell sind die derzeit sehr beschränkte Auswahl an Lastenfahrrädern sowie der aufwändige Bewilligungsprozess. Im September 2019 hat das Schweizerische Bundesamt für Strassen (ASTRA) nach eineinhalb Jahren Prüfung erstmals für ein dreirädriges Lastenfahrrad eine Typenzulassung ausgestellt. Mitte Oktober soll die Genehmigung zum Fahren im Strassenverkehr definitiv vorliegen. Anders als in der EU gelten dreirädrige Lastenfahrräder, sogenannte Cargotrikes, in der Schweiz nicht als Fahrräder, sondern als Kleinmotorrad. Die Fahrer/innen eines Cargotrikes müssen einen Motorfahrzeugführerschein besitzen, eine Motorfahrzeughaftpflichtversicherung abgeschlossen haben und dürfen auf der Strasse und auf dem Fahrradweg fahren (Wedel, 2019).

Beurteilung Lastenfahrräder

Vorteile

- Aufgrund "Null"-Emissionen beim Antrieb und allenfalls mit kleiner Batterie die umweltfreundlichste Variante.
- Gut mit urbanem Umfeld kompatibel: braucht wenig Platz, keine lokalen Emissionen.
- Sympathisches Image bei den Kundinnen und Kunden.
- Flexibel und schnell: können z. T. kürzere Wegstrecken nutzen; sind bei der Express-Zustellung den Transportern allenfalls überlegen.
- In Kombination mit effizienten Auslieferungskonzepten (Mikro-Hubs) ist die Gesamteffizienz des Systems erhöht.

Nachteile

- Wirtschaftlichkeit ist nur gegeben, wenn genug gebündelt werden kann. Aktuell wird ein Ersetzungsgrad der Lastenfahrräder zwischen 1.1 bis 1.3 zum Lieferfahrzeug als Grenze zur Gesamtwirtschaftlichkeit angegeben (BIEK, 2018).
- Nur in sehr dichten Gebieten für die Tageszustellung geeignet.

Herausforderungen

- Sehr beschränkte Auswahl an geeigneten Lastenfahrrädern
- Strassenzulassung ist oft langwieriger Prozess.
- Fahrverbot in Fussgängerzonen verhindern den Einsatz.
- Genügend Bündelung muss erreicht werden, widerspricht aber dem Trend des Instant-Delivery.
- Für schnelles Vorwärtskommen wären separate Trassen für Cargo-Fahrzeuge ideal, was aber Konflikte mit bestehenden Trassen wie Strasse, ÖV, Velo verursacht.

4.3.1.2 Elektrolieferwagen

Elektrolieferwagen als 1:1 Ersatz für fossile Fahrzeuge sind bisher erst wenige im Einsatz. Die Auswahl an Lieferwagen erweitert sich jedoch kontinuierlich. Neu in der Schweiz zugelassen wurden 2019 der Transporter eTGE von MAN, der baugleiche e-Crafter von VW, sowie der e-Vito von Mercedes (VCS, 2019).

Der Einsatz von Elektro-Fahrzeugen im Hinblick auf die Treibhausgasbilanz macht nur Sinn, wenn der Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Eine Beurteilung der gesamten Umweltrelevanz ist auch bei Einsatz erneuerbarer Energie aufgrund der noch mangelhaften Datenlage zum Energieverbrauch für die Produktion der Lithium-Ionen-Batterien (Cox & Bauer, 2018) nicht abschliessend möglich. Aus stadträumlicher Sicht besteht kein Vorteil gegenüber der heutigen Situation, da Elektrolieferwagen denselben Platz beanspruchen wie fossil betriebene Fahrzeuge.

2019 hat die Post angekündigt, neben der Briefpostzustellung, die seit Ende 2016 komplett elektrisch betrieben wird, auch die Paketzustellung schrittweise zu elektrifizieren. In einem ersten Schritt nahmen im Juni 2019 elf Elektrofahrzeuge des Modells MAN eTGE ihren Betrieb auf. Der Transporter hat ein Ladevolumen von 10.7 m³; ein Gewicht von 3.5 Tonnen und kann Nutzlast bis ca. 950 kg laden. Für den Antrieb verwendet die Post 100% Schweizer Ökostrom. Bis im Jahr 2030 sollen schweizweit rund 4600 elektrische Lieferwagen für die Brief- und Paketzustellung im Einsatz sein.

Weiter setzt sich die Post zusammen mit rund 50 weiteren Unternehmen im Rahmen der internationalen Initiative EV100 ein, "den Übergang zu Elektrofahrzeugen (EVs) zu beschleunigen und Elektromobilität bis ins Jahr 2030 zur Normalität zu machen" (Déboret, 2019).

Amazon hat im September 2019 die Bestellung von 100'000 Elektro-Lieferwagen des US-amerikanischen Start-up-Unternehmens Rivian angekündigt, von denen die ersten ab Januar 2021 im Einsatz sein sollen (McFarland, 2019).

Yamato Transport, Japans führender Logistikdienstleister, und StreetScooter, ein Tochterunternehmen der Deutschen Post DHL Group, haben im Frühjahr 2019 eine strategische Zusammenarbeit zur Erschliessung des japanischen Marktes für elektrische Nutzfahrzeuge angekündigt: Es werden 500 Elektrotransporter der Firma StreetScooter "im Rahmen der nachhaltigen Neuausrichtung der Letzte-Meile-Zustellung" an die besonderen Erfordernisse des japanischen Unternehmens und die japanischen Standards angepasst (Yamato Transport & Deutsche Post DHL Group, 2019).

Beurteilung Elektrolieferwagen

Vorteile

- Grössere Energieeffizienz bei gleicher Fahrleistung bezogen auf den Antrieb: Elektromotor hat in weitem Lastbereich Wirkungsgrad > 90 % im Vergleich zu ca. 25–40 % der Verbrennungsmotoren.
- Bei Einsatz von Ökostrom ist die Energie- und THG-Bilanz besser im Vergleich zu fossil-betriebenen Fahrzeugen.
- Einsatz im urbanen Umfeld auf der letzten Meile auch im Hinblick auf weitere Luftschadstoffe und Lärm sinnvoll.

Nachteile

- Umweltauswirkungen hinsichtlich Batterieherstellung noch nicht geklärt.
- Derzeit noch geringe Auswahl an Modellen auf dem Markt.
- Kein Effizienzgewinn bzgl. Platzbedarf.
- Kein Beitrag zur Reduktion Anzahl Fahrten und Wege.

Herausforderungen

- Wirtschaftlichkeit unter heutigen Rahmenbedingungen nicht gegeben, da derzeit externe Kosten der fossilen Antriebssysteme im Preis nicht internalisiert sind.
- Umweltfreundlich und Beitrag zu "Null"-Emissionen nur bei Einsatz von Ökostrom, d.h. es muss sichergestellt sein, dass entsprechende Kapazitäten zugebaut werden.
- Elektro-Antrieb kann auf die Masse der Pakete betrachtet nur Teil der Lösung sein (derzeit begrenzte Batterieverfügbarkeit, ökologischer Footprint nicht "Null"). Es braucht noch andere "Null"-Emissions-Antriebssysteme, auch im urbanen Raum.

4.3.1.3 Lieferroboter

Autonome, elektrisch betriebene, Lieferroboter (vgl. Abb. 24) sind derzeit bei mehreren KEP pilotweise im Einsatz. Ziel ist es, die Eignung für Logistikzwecke sowie die Akzeptanz in der Bevölkerung zu testen. Es zeichnet sich ein Einsatz in der Nische von zeitgenauen Same-Day-, Food- oder Abendlieferungen ab.

Die Schweizer Post hat von 2016 bis 2018 den Einsatz von elektrisch betriebenen Lieferrobotern getestet. In Zürich haben drei Lieferroboter in Zusammenarbeit mit einem Kaufhaus während sechs Wochen 170 Zustellungen vorgenommen (Die Post, 2017). Verwendet wurde ein Modell des Start-up-Unternehmens Starship Technologies. Der Roboter kann maximal 10 kg Fracht aufnehmen, hat im Einsatz eine durchschnittliche Geschwindigkeit von rund 3 km/h und eine Reichweite von aktuell 6 bis 10 km, je nach Batteriegrösse (Mobility Solutions AG, 2016), (Bogdanski, 2017). Der Einsatz erfolgte auf Gehwegen und in Fussgängerzonen (Mobility Solutions AG, 2016). Der Versuch mit Lieferrobotern im Aussenbereich wurde aufgrund fehlender gesellschaftlicher Akzeptanz

wegen Nutzungskonflikten und gesetzlicher Auflagen abgebrochen (Hudec & Baumgartner, 2019).

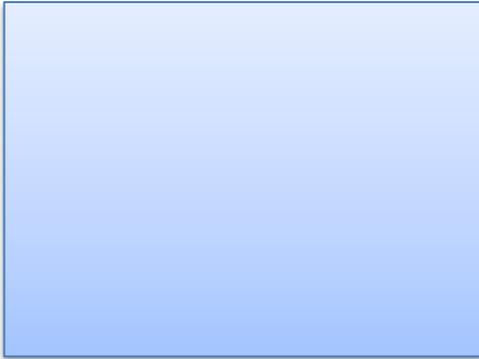


Abb. 24 Lieferroboter (Die Post, 2017)

Ähnliche Versuche haben Hermes in Hamburg (Bogdanski, 2017) und die Österreichische Post durchgeführt. In Graz wurde dabei ein Produkt aus Österreich in Zusammenarbeit mit der TU Graz getestet (ORF Steiermark, 2017). Amazon ist relativ spät in diesen Markt eingestiegen und hat im Januar 2019 mit Amazon Scout den ersten Testversuch für Same-Day-Delivery im Staat Washington, USA, angekündigt (Scott, 2019).

In einem räumlich komplett anderen Umfeld scheinen Pilotversuche mit Lieferrobotern erfolgreicher zu sein als in der Innenstadt: Starship Technologies hat den Einsatz von Tausenden Lieferrobotern zur Essenslieferung auf dem Gelände von US-amerikanischen Universitäten angekündigt (Hawkins, 2019). Die Roboter sind auch in Grossbritannien und Deutschland für Essenslieferungen im Einsatz (Embassy of Switzerland in Japan, 2019).

Um die nötigen gesetzlichen Rahmenbedingungen festzulegen und Lieferroboter auf öffentlichen Strassen zu testen, sind in Japan Yamato Transport und Rakuten im Sommer 2019 zusammen mit weiteren Unternehmen eine Zusammenarbeit mit der japanischen Regierung eingegangen (Embassy of Switzerland in Japan, 2019). In China sind Lieferroboter des Internetunternehmens JD.com Inc. seit 2018 im Einsatz und mittlerweile in 10 Städten unterwegs. Alibaba Group Holding, Chinas grösstes E-Commerce Unternehmen, ist dabei, eigene Roboter zu entwickeln (Shin, 2019).

Beurteilung Lieferroboter

Vorteile

- Keine direkten Emissionen, da elektrischer Antrieb.
- Längerfristig kostengünstig, da Personalkosten entfallen.
- Roboter bieten für Kleinlieferungen mit wenig Bündelungsmöglichkeit (B2C-Segment im Bereich der Zeitfensterzustellung wie Same-Day- oder Abendzustellungen) eine umweltfreundliche Alternative.
- Möglicherweise sind Synergien mit Personentransport realisierbar (vgl. Kap. 4.5).

Nachteile

- Ware muss entgegengenommen werden, d.h. es kommt nur eine Zeitfensterlieferung in Frage. Da der Empfang derzeit noch nicht automatisiert möglich ist, wird sich die Anwendung zunächst nur für eine Marktnische durchsetzen.
- Wirtschaftlichkeit unter derzeitigen Rahmenbedingungen noch nicht klar, Ladekapazitäten müssten noch steigen.
- Brauchen relativ viel Platz im Vergleich zu Fahrradkurieren.
- Allenfalls Mehrverkehr, wenn einseitig die Bedürfnisse nach Same-Hour-Delivery erfüllt werden, ohne der stadtverträglichen Bündelung genügend Rechnung zu tragen.
- Mehrverkehr durch autonome Leerfahrten.

Herausforderungen

- Gesellschaftliche Akzeptanz: Konflikte mit Fuss- und Fahrradverkehr und Konkurrenz um Fläche sowie das Problem der potentiellen Mehrfahrten sind zu lösen.

4.3.1.4 Drohnen

Drohnen können einen Nischenbereich in der Letzte-Meile-Zustellung abdecken und dort auch der konventionellen Lieferung ökologisch überlegen sein, z. B. beim Transport hochprioritärer Sendungen. Für die Masse der Pakete ist ein Einsatz weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll.

Die Drohnenzustellung ist derzeit in der Pilotphase. Die Schweizerische Post testet seit 2018 Drohnen für den Transport von klinischen Laborproben in Zürich, Bern und Lugano. Sie verwendet das Fabrikat M2 vom kalifornischen Drohnenhersteller Matternet mit einer Ladekapazität von 2 Kilogramm und 4 Litern. In Zürich finden wochentags fünf bis zehn Flüge statt. Für die zweieinhalb Kilometer lange Strecke benötigt die Drohne vier Minuten und ist damit gemäss Information der Post doppelt so schnell wie ein Kurierdienst auf der Strasse (Die Post, 2019a).

Drohnen werden auch für kommerzielle Lieferungen eingesetzt. Wing, ein Unternehmen des Google-Mutterkonzerns Alphabet, hat angekündigt, im Oktober 2019 in

Christiansburg, Virginia, USA, zusammen mit FedEx, Walgreens und einem lokalen Handelsunternehmen mit der Drohnenauslieferung zu starten (Wing, 2019). Wing startete bereits im April 2019 einen ähnlichen Lieferservice in ausgewählten Gebieten in Canberra, Australien. Amazon hat in den USA für Prime Air ebenfalls eine Genehmigung für die Paketauslieferung per Drohnenflug beantragt (Siegle, 2019).

Beurteilung Drohnen

Vorteile

- Schnellere. ggf. ökologischere Spezialtransporte von Punkt zu Punkt, unabhängig von der Strassenverkehrssituation.
- Geeignet für kleine Einheiten und prioritäre Lieferungen.
- Gesellschaftliche Akzeptanz derzeit besser als bei den Landfahrzeugen.

Nachteile

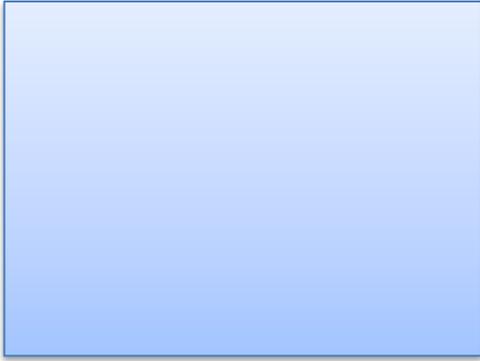
- Nicht für Massengeschäft geeignet, da nur für kleine Sendungen.
- Hohe Witterungsabhängigkeit.
- Hohe Kosten, schlechte Effizienz (eine Lieferung pro Drohne).

Herausforderungen

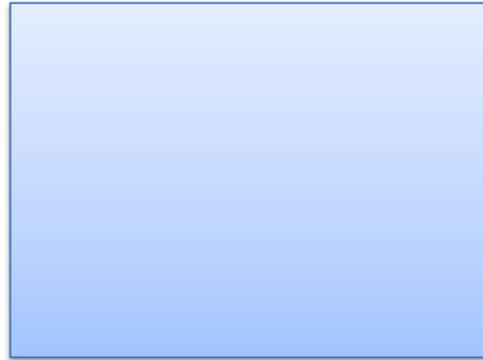
- Potentielle Konflikte im Luftraum bei zunehmendem Einsatz.
- Gesellschaftliche Akzeptanz könnte in Folge abnehmen.
- Einsätze gesamtgesellschaftlich nur sinnvoll, wenn effektiver Beitrag für Smart-City-Logistik (vs. rein kommerziell-getriebener Ausbau); Steuerungsmöglichkeiten dieser Entwicklung unter heutigen Rahmenbedingungen jedoch begrenzt.

4.3.1.5 Autonome Lieferfahrzeuge

Während Lieferroboter und Drohnen zumindest in der Testphase im urbanen Umfeld bereits sichtbar sind, ist es um das Thema autonome Lieferfahrzeuge, was die Praxisanwendung betrifft, etwas ruhiger. Bekannt sind autonome Fahrzeuge eher aus dem Personentransport (vgl. Abb. 25). Beispielsweise waren bei der Einführung 2016 die Shuttle-Busse in Sitten gemäss Informationen des Schweizerischen Städteverbands (SSV) "weltweit die ersten in den Verkehr integrierten autonomen Shuttles" (SSV, 2018), (Postauto, 2019).



(Nuro, 2019)



(Postauto, 2019)

Abb. 25 Autonomes Lieferfahrzeug und autonomer Personenshuttle

Als wichtigste Einsatzszenarien nennt eine Studie des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik (Bogdanski, 2017):

- **Autonom ins Zustellgebiet einfahren:** Mithilfe von Stau- und Folgeassistenzsystemen fährt das Fahrzeug bis 60 km/h autonom, während die Zustellerin oder der Zusteller sich der Routenplanung widmen kann.
- **Autonomes Parken:** Das Parkpilotsystem stellt das Fahrzeug ab, während die Zustellerin oder der Zusteller die Lieferadresse aufsucht und via GPS-Ortung zurück zum Fahrzeug findet.
- **Autonom fahrende Kleinstfahrzeuge in Fussgängerzonen:** Autonome Kleinstfahrzeuge mit der Ware begleiten die Zustellerin oder den Zusteller in Schrittgeschwindigkeit.

Diese Szenarien scheinen – zumindest kurzfristig – gesellschaftlich besser akzeptabel als die Lieferroboter, da das Zustellpersonal das Fahrzeug recht eng begleitet, gleichzeitig sich dem persönlichen Kontakt mit der Kundschaft widmen kann und von Routine-tätigkeiten entlastet wird, ohne ganz wegrationalisiert zu werden.

Es ist aber durchaus auch ein völlig autonomes Szenario denkbar, wie es in Fujisawa in Japan vom Logistikdienstleistungsunternehmen Yamato 2018 getestet wurde, wo unbegleitete Fahrten mit automatisierten Lieferfahrzeugen für die Paketdistribution durchgeführt wurden. Hauptmotivation dieser Tests sind die anstehende Personalknappheit durch den wachsenden Paketmarkt (Kazuaki, 2018).

Anders sieht es auch das Beratungsunternehmen McKinsey, das davon ausgeht, dass innerhalb von zehn Jahren autonome Fahrzeuge das KEP-Personal ersetzen und 80 % der Pakete ausliefern werden; dies in Form von mobilen Abholstationen (Joerss et al., 2016), ähnlich dem Lieferwagen des US-amerikanischen Unternehmens Boxbot, der

künftig auch selbstfahrend unterwegs sein soll (Robotics Business Review, 2019), (vgl. Abb. 26).

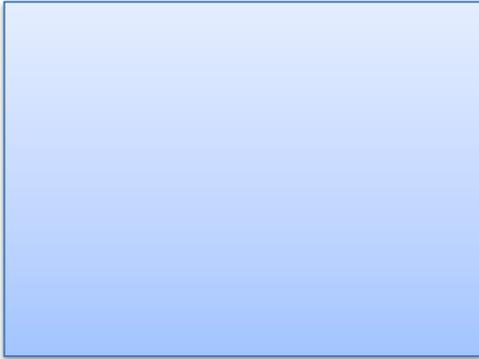


Abb. 26 Autonomer Lieferwagen Boxbot (Robotics Business Review, 2019)

Ähnlich sieht das Modell eines autonomen Lieferfahrzeugs aus, das auf dem Gelände der Bundesgartenschau in Heilbronn von April bis Oktober 2019 im Rahmen des Projekts BUGA:log (bugalog.se.hs-heilbronn.de) getestet wurde (vgl. Abb. 27). Dabei waren drei von der Hochschule Heilbronn entwickelte Fahrzeuge mit jeweils 16 Paketfächern im gemischten Verkehr mit den Ausstellungsbesucherinnen und -besuchern autonom unterwegs, um Pakete zuzustellen. Zudem wurden Lebensmittel an ein Café geliefert und Papier- und Kartonabfall abgeholt.



Abb. 27 Autonomes Logistikfahrzeug (twitter.com/bugalog, Eintrag vom 3.9.2019)

Noch einen Schritt futuristischer wirkt die Trendstudie Vision Van (Daimler, 2019), die Mercedes Benz vor drei Jahren als Beitrag für die City-Logistik vorgestellt hat (vgl. Abb. 28). Vorgesehen ist ein hochvernetztes automatisiertes Liefersystem. Das autonom fahrende Lieferfahrzeug steht dabei im Zentrum. Es verfügt über einen vollautomatisierten Laderaum, welcher von Förderfahrzeugen ohne Fahrpersonal mit vorkommissionierten Paketregalen beladen wird. Für manuelle Zustellungen ist noch eine Zustellperson im Fahrzeug vorgesehen. Es ist allerdings durchaus denkbar, dass das System das Paket am Entladepunkt automatisch übergibt. Teil des Systems sind auch zwei Drohnen, die

mit dem Fahrzeug mitfahren und autonom in einem Radius von 10 Kilometern zustellen können.

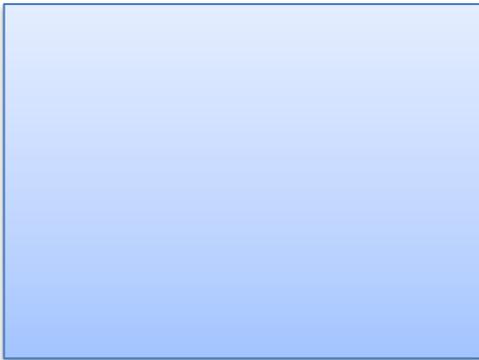


Abb. 28 Mercedes Benz Trend Studie Vision Van für die City-Logistik (Daimler, 2019)

Die verschiedenen Studien zum autonomen Fahren kommen meist auch auf die gesellschaftlichen Konsequenzen zu sprechen (Hofer et al., 2018). Aus Sicht der Städte hängt die langfristige Wirkung wesentlich davon ab, "ob es gelingt, die Vorteile des automatisierten Fahrens überwiegend zur Stärkung des kollektiven Verkehrs zu nutzen" (Abegg et al., 2018). Konkrete Bedenken mit Bezug zum autonomen Fahren auf der letzten Meile sind der Trend zu Mehrverkehr wie er für selbstfahrenden Privatautos kürzlich in einer Studie der ETH nachgewiesen wurde (futurezone, 2019); beispielsweise durch zusätzliche Leerfahrten oder Einzelfahrten. Diese Entwicklung könnte wiederum die Dringlichkeit zur Entwicklung von Smart-City-Logistik-Konzepten erhöhen.

Beurteilung autonome Zustellfahrzeuge

Vorteile

- Effizienzgewinn durch tourenoptimierte, autonom abgefahrene Route auch bei geringer Ortskenntnis.
- Entlastung des Zustellpersonals von Routinetätigkeiten, Fokus auf den Kontakt mit der Kundschaft.
- Autonomes Fahrzeug kann als mobiles Mikro-Depot genutzt werden.
- Allgemeine Vorteile: sicherer, bessere Ausnutzung der Strassenkapazität, freiwerdende oberirdische Flächen aufgrund weniger Parkplatzbedarf.

Nachteile

- Arbeitsplatzverluste, falls vollautomatisierter Betrieb möglich wird und Zahlungsbereitschaft der Kundinnen und Kunden für persönliche Zustellung nicht gegeben ist.
- Mehrverkehr durch autonome Leerfahrten.

Herausforderungen

- Gesellschaftliche Akzeptanz noch unklar.
- Praxistauglichkeit in der Übergangsphase zum autonomen Fahren noch unklar.
- Diverse technische, prozesstechnische, rechtliche und organisatorische Voraussetzungen für die Umsetzung der autonomen Lösung müssen gegeben sein.
- Nutzen der Technologie ist zur Stärkung des kollektiven Verkehrs einzusetzen. Übertragen auf den Warenverkehr heisst das: Um eine angemessene Warenbündelung auch bei kurzfristigen Bestellungen zu erreichen, ist eine überbetriebliche Zusammenarbeit nötig (siehe Kap. 4.3.3).
- Umschlagplätze für den automatisierten Güterverkehr finden und bereit stellen im dichten urbanen Raum.
- Lange Jahre/Jahrzehnte eines Nebeneinanders von Fahrzeugen verschiedener Automatisierungsgrade muss geregelt werden; jedoch Synergien mit dem Personentransport.

4.3.1.6 Weitere Auslieferungsansätze

Weitere Ansätze, die die klassische Auslieferung effizienter machen, sind beispielsweise:

- Ausweitung des Zeitfensters bei der Bestellung resp. Bestellung auf Wunschtermin, so dass eine bessere Bündelung der Ware möglich ist oder eine zweite Heimlieferung vermieden wird.
- Auslieferung an den Arbeitsplatz, um eine zweite Heimlieferung zu vermeiden.
- Verlagerung von Teilen der Logistik in die Nacht.
- Internet-of-Things Lösungen, d. h. direkte Kommunikation unter den Fahrzeugen und mit den Liefersystemen.
- Navigationslösungen, basierend auf selbstlernenden Algorithmen, die je nach Verkehrssituation oder Verfügbarkeit der Kundschaft die effizienteste Route ermitteln.
- Online-Buchungssystemen für das Anlieferungsmanagement bei beengten Platzverhältnissen, wie beispielsweise an der Messe Basel eingeführt. Durch Slot-Reservierung bestimmter Anfahrtszeiten werden so Wartezeiten und Rückstau bei der Anlieferung vermieden (Rapp Trans AG & Interface, 2018).
- Nutzung vorhandener Fahrzeugkapazitäten, z. B. Einbezug von Taxis und privaten Personenwagen auf Basis einer digitalen Transportvermittlung (Müller-Steinfahrt et al., 2018), (vgl. auch Kap. 4.5).
- Disruptive Geschäftsmodelle z. B. Crowd-Delivery (siehe Kap. 3.3.3) bieten eine umweltfreundliche Variante, wenn die Wege nicht zusätzlich und mit dem ÖV, Fahrrad oder zu Fuss zurückgelegt werden. Derzeit erscheint Crowd-Delivery wegen mangelnder Akzeptanz (z. B. Angst vor Verlust von Paketen) wie auch verschiedener

rechtlicher Hürden nicht massentauglich (Bogdanski, 2017). In gewissen Bereichen wird diesem Ansatz dennoch ein gewisses Potential zugesprochen: für Same-Day-Delivery, mit der vermehrten Möglichkeit von Abholmodellen oder alternativen Liefermodellen (z. B. Lieferung in den Kofferraum). In seiner disruptivsten Form würde eine "Letzte-Meile-Börse" Handel, Kundschaft und Transportunternehmen auf einer transparenten Plattform verbindet und mit Echtzeitpreisen Angebot und Nachfrage ausbalancieren (Laseter, Tipping & Dulven, 2018).

- SaaS-Geschäftsmodelle (siehe Kap. 3.3.3) sind im B2C-Segment für die kurzfristigen Lieferungen gemäss einer Studie für den Bundesverband Paket & Expresslogistik eine ideale Ergänzung zum Angebot der KEP (Bogdanski, 2017). Voraussetzung ist, dass Ressourcen auf der letzten Meile kooperativ genutzt werden, beispielsweise ein Mikro-Hub mit Anschluss an ein Netzwerk von Lastenfahrrädern.

Diese Ansätze werden der Vollständigkeit halber genannt, aber nicht im Detail beurteilt, da entweder bis zur Umsetzung noch diverse Hürden bevorstehen (z. B. Akzeptanz, Aufhebung Nachtfahrverbot im urbanen Raum) oder sie Teil anderer Smart-City-Logistik-Lösungen sind.

4.3.2 Abholmodelle

Um dem Trend von Mehrfahrten durch zunehmenden Paketversand, zunehmende Same-Day-Lieferungen und nicht erfolgreichen Erstzulieferung entgegenzuwirken, äussern sowohl KEP wie Städte das Bedürfnis nach einem Systemwechsel: Von der Heimzustellung hin zur Abholung. Die Abholung des Pakets und die Abgabe der Retoursendung soll dabei an Orten ermöglicht werden, an denen die Kundschaft während des Tagesablaufs sowieso vorbeikommt, um zusätzliche Fahrten oder Wege auf der Seite der Empfängerinnen und Empfänger möglichst zu vermeiden. Erreicht wird dies entweder durch ein dichtes Netz an Abholstationen, mit Abholstationen an zentralen Orten wie z. B. gut frequentierte Haltestellen des öffentlichen Verkehrs oder durch Abholstationen in der Nähe des Wohnorts, z. B. bei grossen Mehrfamilienhausarealen. Bei den Abholstationen in der Nähe des Wohnorts ist der Bündelungseffekt und damit der Einfluss auf die Verkehrsreduktion am geringsten. Vermieden werden Mehrfachanfahrten und ggf. Fahrten zur Aufgabe von Retouren, wenn diese ebenfalls in der Abholstation platziert werden können.

Es gibt derzeit eine Vielzahl an Ansätzen, die in den Bereich Abholmodelle fallen. Letztlich geht es immer darum, dass die Kundschaft die Pakete selber abholt, weswegen diese Modelle in dieser Arbeit unter dem Begriff "Abholstationen" summiert werden. Die Abholstationen (ausser wenn direkt am Wohnort gelegen) fungieren dabei im gesamten

Smart-City-Logistik-System als sogenannte Mikro-Hubs, ähnlich solchen, von denen aus die Feinverteilung durch die KEP-Dienstleister erfolgt (z. B. im vorgestellten Modell der Lastenfahräder, Kap 4.3.1.1). Denkbar ist auch eine Kombination verschiedener Mikro-Hub-Modelle, d. h. in einen Mikro-Hub zur Verteilung der Pakete ist eine Abhol- und Aufgabestation integriert.

Aus Sicht der Kundschaft dürfte neben der Dichte des Netzes resp. der Lage der Stationen, die Zugangsmöglichkeit entscheidend sein. Grob lassen sich die folgenden zwei Systeme unterscheiden (vgl. Abb. 29):

- Autonome Stationen mit 24-Stunden-Zugang
- Bediente Stationen, die an gewisse Öffnungszeiten gebunden sind

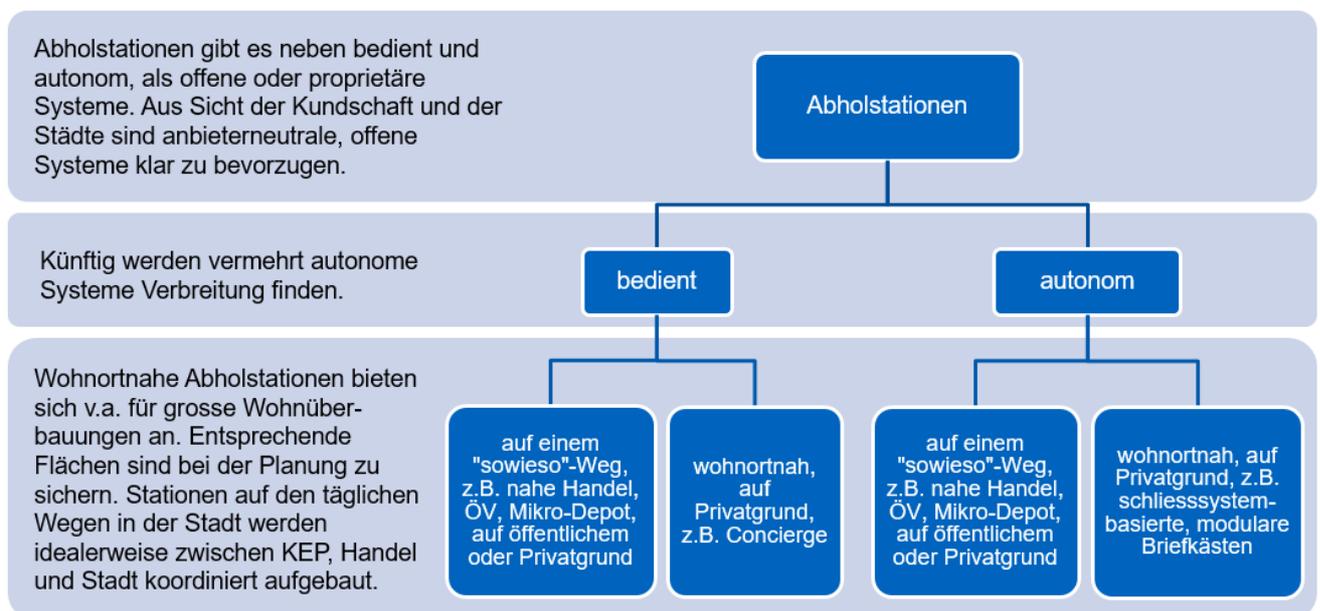


Abb. 29 Verschiedene Arten von Abholstationen (eigene Darstellung)

Mit der Einführung von Tracking-Systemen und der Verbreitung elektronischer Zugangssysteme via Mobilgerät, z. B. SMS-Code, QR-Code etc., wird die Begrenzung durch die Öffnungszeiten verschwinden und der autonome Zugang zur Ware wird vermehrt möglich sein.

Bezüglich Komfort für die Kundschaft und auch bzgl. der Zielsetzung Wege zu reduzieren und vorhandene Flächen effizient zu nutzen, dürfte die Frage zentraler sein, ob es sich um proprietäre Systeme der KEP oder des Handels handelt, wie derzeit, oder ob es künftig gelingt, anbieterneutrale Abholstationen zu etablieren. Aus Sicht der Kundschaft wie der Städte sind offene Systeme klar zu bevorzugen.

4.3.2.1 Autonome Stationen

Autonome Systeme erlauben der Kundschaft einen 24-Stunden-Zugang. Die Paketfächer könnten beispielsweise in der Nähe von Wohnquartieren oder öffentlichen Haltestellen platziert werden oder auch in öffentlichen Gebäuden wie z. B. Bibliotheken. Als Teil der Infrastruktur einer grossen Überbauung könnten sie ähnlich dem Prinzip des Briefkastens oder Schweizer Milkastens mit grösseren und flexibleren Paketfächern ausgestattet sein. Beispiele dazu sind paketbox.ch und paketin.de (vgl. Abb. 30). Von der KEP-Branche kritisch verfolgt werden derzeit proprietäre Heim-Lösungen wie bspw. bis Anfang 2019 von DHL angeboten, dann aber eingestellt (Bogdanski, 2017), (Voss, 2019). Auch Amazon scheint auf die proprietäre Lösung zu verzichten: Auf seiner Webseite erklärt das Unternehmen, dass Amazon Hub Paketstationen für Mehrfamilienhäuser anderen KEP und Handelsunternehmen offenstehen (amazon.com/hub).



(paketbox.ch)



(paketin.de)

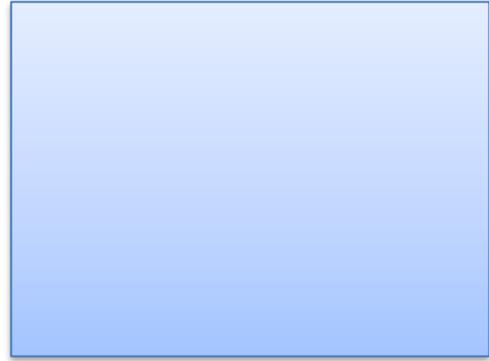
Abb. 30 Offene, autonome Abholssysteme

Im öffentlichen Raum platzierte Abholssysteme sind bisher proprietäre Lösungen (vgl. Abb. 31). Eines der bekanntesten Beispiele für autonome Systeme in der Schweiz ist die Abholstation von MyPost24 (post.ch/mypost24). In Deutschland sind die Packstationen von DHL das am meisten verbreitete autonome System (t3n, 2018). International am bekanntesten sind die Amazon Locker, Teil des Amazon Hub Systems (amazon.com/hub). Auch der Schweizer Handel ist in diesem Bereich aktiv: Migros testet seit 2018 an derzeit drei Standorten ein autonomes Abholsystem, inkl. Kühlsystem (Migros, 2018).

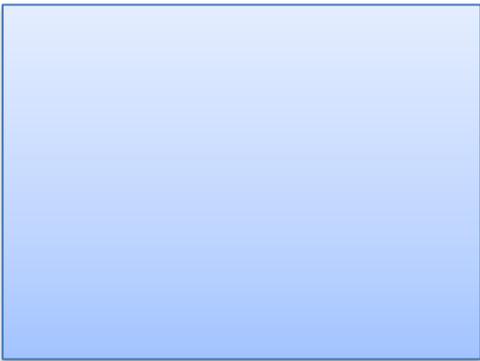
Autonome Stationen, sei es im Briefkastensystem in Wohnortnähe oder im Stadtgebiet, eignen sich auch für den Retourversand. Die Post bietet beispielsweise mit "pick@home" (post.ch/pickathome) einen Service an, der es der Kundschaft erlaubt, das Retourpaket an einer Adresse ihrer Wahl zu deponieren, von wo es abgeholt wird.



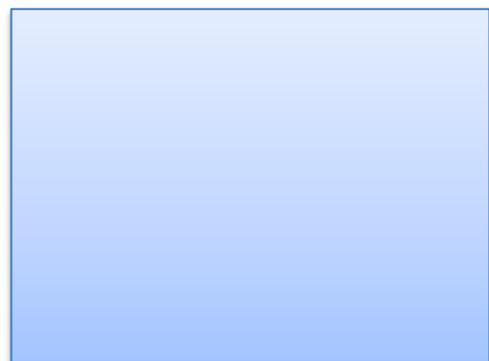
(Post.ch/mypost24)



(Flickr: Marco Verch)



(Flickr: Chris Paton)



(pickmup.ch)

Abb. 31 Proprietäre, autonome Abholsysteme von KEP und Handel

Da der Übergang autonomer Stationen zu den bedienten Stationen fließend ist und sich ähnliche Vor- und Nachteile wie Herausforderungen ergeben, erfolgt eine gemeinsame Bewertung im anschließenden Abschnitt zu den bedienten Stationen. Für eine differenziertere Beurteilung einschliesslich räumlicher Auswirkungen siehe die Studie "Standortanforderungen und räumliche Auswirkungen von Micro-Hubs" (Keiser, 2019).

4.3.2.2 Bediente Stationen

Bediente Stationen sind meist in der Filiale des Handels oder KEP integriert und sind an die Öffnungszeiten gebunden. Diese Version ist in Deutschland in Form von Paketstationen oder Paketshops sehr verbreitet. Auch jede Postfiliale gehört letztlich in diese Kategorie, da die Kundschaft Pakete dort abholen und aufgeben kann.

Denkbar wäre auch ein Zugang mit Code ausserhalb der Öffnungszeiten. Dies entspräche dem Prinzip autonome Stationen (siehe oben). Ein bekanntes Beispiel in der Schweiz ist das schon lange existierende PickMup-Konzept der Migros, dem derzeit 20 Unternehmen des Onlinehandels angeschlossen sind (pickmup.ch). Die Abholung erfolgt über ein schweizweit verzweigtes Netz von PickMup Standorten. DHL und UPS bieten ihrer Kundschaft in der Schweiz Paket-Shops zur Abholung. Ausserdem gibt es

in der Schweiz das engmaschige System Päckli-punkt mit 1200 Standorten, das, in Zusammenarbeit mit Kiosk, avec, weiteren Unternehmen und 86 Versandhäusern, den Versand von Paketen an allen Stationen und die Abholung an 500 Stationen ermöglicht (paeckli-punkt.ch).

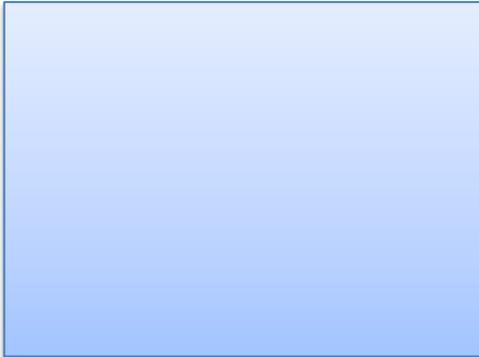


Abb. 32 Mobiler, bedienter Pick-up Point (SBB, 2017)

Eine mobile, bediente Pick-up-Station wurde 2017 von notime zusammen mit der SBB in mehreren Schweizer Städten temporär eingerichtet (vgl. Abb. 32). Der Onlinehandel konnte die Pakete direkt an die Bahnhöfe liefern lassen, von wo sie von der Kundschaft abgeholt wurden. Diese Aktion hat viel Aufmerksamkeit erzeugt für den Service von notime, wie auch für das Thema Logistik im Zusammenhang mit Online-Bestellungen. Die Pick-up Stationen wurden an einem häufig frequentierten Ort, z. B. am Hauptbahnhof Zürich, eingerichtet, um den Kundinnen und Kunden den Empfang der Ware flexibel gestaltbar und unkompliziert zu ermöglichen. Auch Kundinnen und Kunden, die selber nicht in der Stadt wohnen, konnten so den Same-Day-Service nutzen (notime Blog, 2017). Da die Abholstationen an Orten lagen, an denen die Kundschaft sowieso vorbeikam, wurde auch kein zusätzlicher Verkehr erzeugt. Aus Sicht von notime war die Aktion erfolgreich, wenn auch keine Dauerlösung, da aufgrund der Betreuung sehr kostspielig.

Für eine Smart-City-Logistik-taugliche Lösung sind folgende Punkte zu beachten; unabhängig ob es sich um eine bediente oder autonome Abholstation handelt:

- möglichst engmaschiges Netz an Stationen, um keinen Individualverkehr zu generieren
- möglichst modular aufgebaut, d. h. geeignet für verschiedene Grössen, ggf. Kühlfächer integriert
- geeignet zum Abholen und Deponieren von Retouren
- anbieterneutrale Systeme sind klar zu bevorzugen, auf öffentlichem Grund oder in öffentlichen Gebäuden zwingend
- Lösungen für den Transport grösserer Pakete müssen an Abholstationen bei Mikro-Hubs ggf. zur Verfügung gestellt werden, z. B. Lastenfahrrad zum Heimtransport

Beurteilung Abholstationen

Vorteile

- Erhöhung erfolgreicher Zustellrate durch Zustellung an Abholort der Wahl der Kundschaft.
- Flexibilitätsgewinn in der Zustellung sowohl auf Seiten der Kundschaft wie auf Seiten der KEP, falls ausreichend grosses Stationsnetz und 24-Stunden-Zugang vorhanden.
- Reduktion Fahrten durch Verzicht der Zustellung an jede Haustüre und falls diese Fahrten durch ökologische Abholung seitens Kundschaft ersetzt werden: zu Fuss, mit dem ÖV, dem (Lasten-)Fahrrad oder auf einem "sowieso"-Weg.

Nachteile

- Widerspricht dem aktuellen Bedürfnis nach der immer noch bevorzugten Heimlieferung und der Bequemlichkeit.
- Paket muss für einen Weganteil von der Kundschaft transportiert werden, ggf. muss ein Umweg in Kauf genommen werden, falls nicht auf dem Tagesweg (z. B. zur Arbeit, zum Einkaufen) gelegen.
- Generiert ggf. Individualverkehr bei der Abholung.
- Für schwere Pakete weniger geeignet.

Herausforderungen

- Unternehmensübergreifende Standardisierung von Prozessen und technologischen Schnittstellen der KEP für offene Lösungen erforderlich.
- Netz an Stationen muss gross genug sein für Akzeptanz der Kundschaft, trotz knapper Flächenverfügbarkeit im urbanen Raum.
- Standorte müssen für die logistische, umweltfreundliche und gegebenenfalls autonome Anlieferung geeignet sein und gesichert werden. Die Auswahl erfolgt idealerweise in enger Zusammenarbeit mit der Stadt.
- Je engmaschiger das Netz (z. B. bei jeder grossen Überbauung), desto weniger der Effizienzgewinn des Systems (da immer noch weitverzweigte Auslieferung erfolgen muss).
- Flexible Nutzung bestehender Infrastrukturen ermöglichen, z. B. in Parkhäusern oder tagsüber nicht benutzten Betriebsarealen.
- Allenfalls regulatorische Hürden.

4.3.3 Ganzheitliche Kooperationsansätze

Bei ganzheitlichen Kooperationsansätzen arbeiten die KEP mit anderen Unternehmen zusammen, um die Pakete auf der letzten Meile zu transportieren. Dies bietet sich vor allem bei geringen eigenen Volumen an, z. B. bei den vermehrten Same-Day- oder Instant-Delivery-Sendungen oder kleinen Marktanteilen. Der Grad der Kooperation kann unterschiedlich hoch sein. Es kann von der gemeinsamen Nutzung von Fläche für einen Mikro-Hub oder der gemeinsamen Nutzung von ÖV-Trassen (Cargo-Tram) bis zur kompletten überbetrieblichen Zusammenarbeit reichen, bei der sowohl Transport- und Lagerkapazitäten als auch Daten geteilt werden (Hasenmaile et al., 2018). Soweit geht es – zumindest in Europa – in der Praxis noch nicht. In dem deutschlandweit gefeierten Pilotprojekt KoMoDo ("Kooperative Nutzung von Mikro-Depots durch die Kurier-, Express-, und Paket-Branche für den nachhaltigen Einsatz von Lasträdern in Berlin") beispielsweise wird zwar der Logistikumschlagplatz geteilt, die Auslieferung – per Lastenfahrrad – nimmt jedoch jeder KEP selbst vor (komodo.berlin). Anders in Singapur, wo mit einer staatlichen Anstossfinanzierung ein Paradigmenwechsel in Richtung kollaborativer Distribution, inklusive gemeinsamer Nutzung von Fahrzeugen, Personal und Warenhäusern, angestossen wurde (Infocomm Media Development Authority, 2016).

Einer tiefergehenden Kooperation auf der letzten Meile steht nicht zuletzt der Wunsch des einzelnen KEP im Weg, bis zur Endkundschaft den direkten Kontakt und die Sichtbarkeit sicherzustellen. Ein Argument, das immer wieder gegen eine KEP-übergreifende konsolidierte Auslieferung auf der letzten Meile vorgebracht wird, ist, dass es "einen Service-Verlust" bedeuten würde (House of Logistics & Mobility, 2018). Inwieweit dieses Argument mit zunehmender Automatisierung (z. B. Auslieferung und Empfang der Pakete durch Roboter oder automatisierte Systeme) noch haltbar ist, ist fraglich. Die Digitalisierung ermöglicht bereits heute eine individuelle Anpassung, d. h. die Zustellerin oder der Zusteller können durchaus mit der jeweiligen Marke des KEP-Unternehmens, für das sie die letzte Meile zurücklegen, präsent sein, sei es auf der App in der Kommunikation oder mit dem Fahrzeug, das heute schon standort- und kontextabhängig beschriftet werden kann. Weitere Gründe gegen eine horizontale Kooperation sind gemäss Branchenverband die Bedeutung der Differenzierungsmöglichkeiten über verschiedene Dienstleistungsangebote und IT-Services (Bogdanski, 2017). Eine kürzlich veröffentlichte Studie im Auftrag des deutschen Branchenverbands hat ausserdem an zwei Beispielen der normalen Tagesauslieferung die Verkehrsreduktion durch konsolidierte Zustellung auf nicht mehr als 10% beziffert, die zudem z. T. aufgrund vermehrter Inter-Depot-Verkehre wieder aufgehoben wird (Bogdanski, 2019).

Als Idealtypus einer Smart-City-Logistik gilt derzeit ein effizientes Gesamtsystem, bestehend aus einer möglichst CO₂-armen Anlieferung an einen stadtnahen City-Hub, von wo aus die Verteilung – falls sinnvoll überbetrieblich gebündelt – CO₂-arm an Mikro-Hubs oder Abholstationen erfolgen kann. Das derzeit einstufige System soll also um eine Distributionsebene in der Stadt erweitert und zu einem zweistufigen System ausgebaut werden (vgl. Abb. 33).

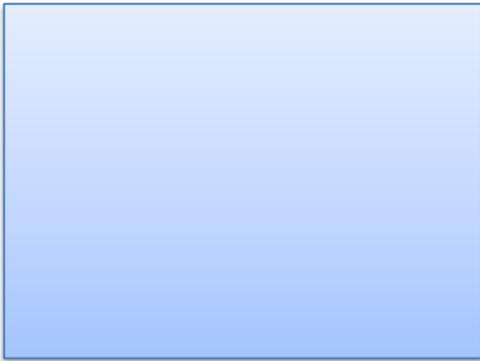


Abb. 33 Zweite Distributionsebene in der Stadt (Mauch, 2017)

Neben der fehlenden Bereitschaft der KEP zur Zusammenarbeit, ist die Sicherung urbaner Flächen für stadtnahe Umschlagplätze und Mikro-Hubs eine grosse Herausforderung für die Einführung dieses Konzepts.

Anhand von Pilotprojekten werden in diesem Kapitel die folgenden drei Ansätze näher betrachtet:

- Stadtnahe Logistikumschlagplätze
- Mikro-Hubs
- Cargo-Tram

4.3.3.1 Stadtnahe Logistikumschlagplätze

Ein erster Eingangspunkt für das Smart-City-Logistiksystem sind stadtnahe Umschlagplätze. In Basel hat im Frühjahr 2018 der Güterumschlagplatz auf dem Areal Güterbahnhof Wolf seinen Betrieb aufgenommen. Er "bietet den Logistikunternehmen die Möglichkeit, ihre Sendungen am Stadtrand zu bündeln und auf der letzten Meile mit stadtvträglichen Verkehrsmitteln wie beispielsweise dem Velo, dem Cargobike oder mit Elektro-Lieferfahrzeugen ans Ziel zu transportieren" wie das kantonale Amt für Wirtschaft und Arbeit mitteilt (Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel Stadt, Amt für Wirtschaft und Arbeit, 2018). Dieser sogenannte City-Hub ist der städtische Eingangspunkt für ein vernetztes, nachhaltiges Gütergesamtsystem (siehe Abb. 34). Er steht allen Unternehmen offen.

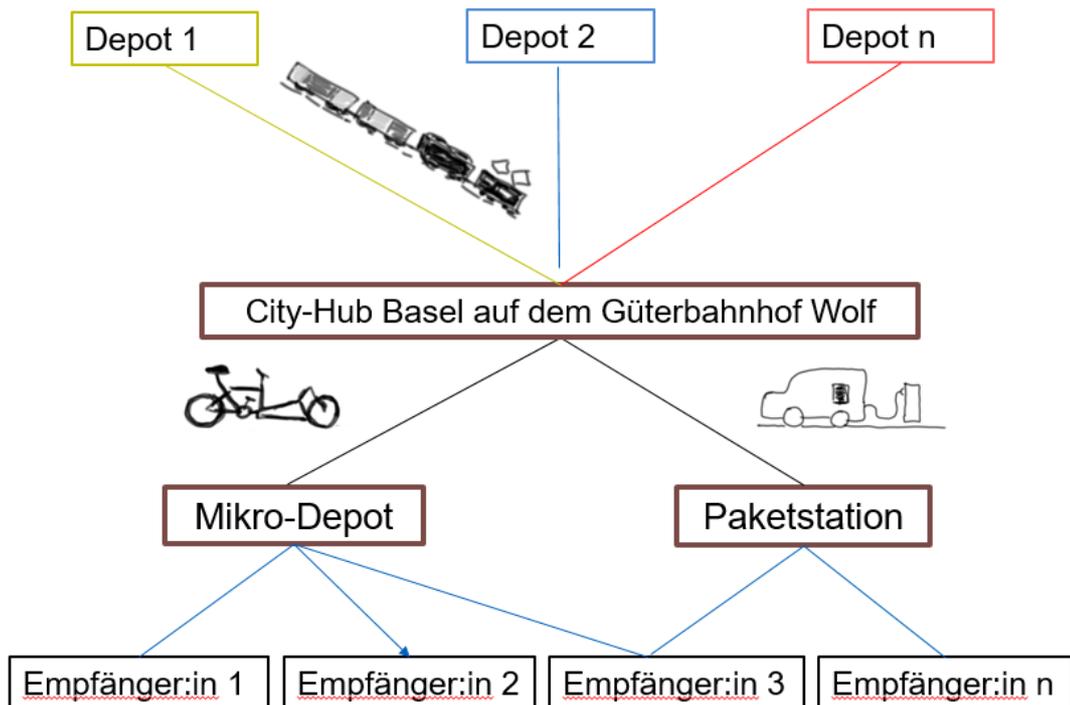


Abb. 34 Güterverkehrskonzept mit City-Hub und Mikro-Depots in Basel (eigene Darstellung; Design und Inhalt nach Olivieri, 2019)

Ähnlich praktiziert dies die Stadt Padua, die 2004 im Rahmen einer PPP-Initiative auf dem Areal des Güterverkehrszentrums die städtische Verteilplattform "Cityporto" eingerichtet hat. Dort werden die Waren überbetrieblich gebündelt und anschliessend im Stadtzentrum verteilt. Die Auslieferung erfolgt mit Gas- oder Elektrofahrzeugen, die die Busspuren benutzen dürfen und sich nicht an befristete Anlieferzeiten halten müssen. Der Betrieb der Plattform und die Auslieferung erfolgt durch eine neutrale Betreiberorganisation (Padovanet, 2015), (Rapp Trans AG & Interface, 2018).

Paris wirkt dem "Logistics Sprawl" entgegen, indem es Logistiktutzungen zurück in das städtische Zentrum bringt, um damit LKW Fahrten in der Stadt einzusparen. An zentraler Lage am Gare du Nord wurde kürzlich das "Hôtel logistique" der Bahn SNCF und der Stadt Paris in Betrieb genommen. Dort können Container von der Bahn auf energieeffiziente Fahrzeuge für die Feinverteilung in der Stadt umgeladen werden (Vogel, 2018), (vgl. Abb. 35).

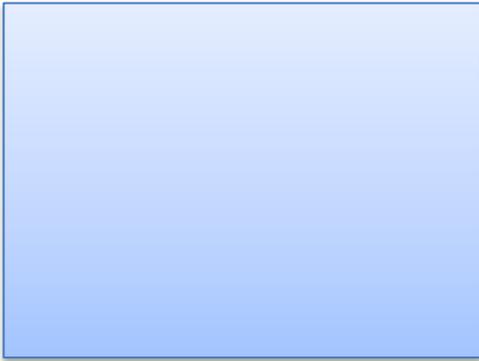


Abb. 35 "Hôtel logistique", Paris (Vogel, 2018)

Auch das Schweizer Projekt Cargo sous terrain (cst.ch) setzt auf eine zentrale Anlieferung an einen City-Hub, von wo aus die Waren gebündelt feinverteilt werden sollen (vgl. Abb. 36). Die Besonderheit dabei ist, dass es ein kooperatives Modell marktkräftiger Akteurinnen und Akteure ist, auf autonomes Fahren setzt und die Entsorgungsthematik integriert hat.

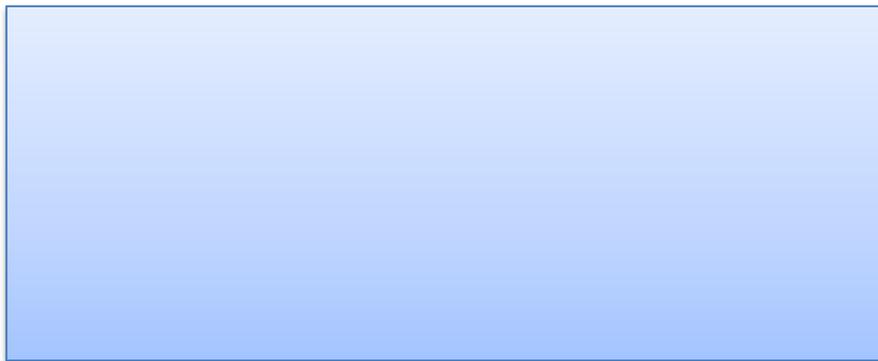


Abb. 36 City-Logistik CST (Cargo sous terrain, 2019)

Zentrale Voraussetzung für die Einrichtung eines stadtnahen Umschlagplatzes ist die frühzeitige Flächensicherung. Da die stadtnahen City-Hubs idealerweise in Kombination mit Mikro-Hubs Teil eines Gesamtsystems sind, erfolgt eine gemeinsame Beurteilung im anschließenden Kapitel Mikro-Hubs.

4.3.3.2 Mikro-Hubs

Mikro-Hubs können, wie anfangs erwähnt, vielfältiger Struktur sein. Sie sind die letzte Station in der Verteilung vor der allerletzten Meile. Die Anlieferung bis zum Mikro-Hub erfolgt idealerweise ebenfalls emissionsfrei, z. B. mit Lastenfahrrad oder Cargo-Tram (siehe Kap. 4.3.3.3), zur grossen Mehrheit heute allerdings noch mit fossilem Transporter. Eine leicht verständliche Darstellung des Mikro-Hub-Ansatzes zeigt Abbildung 37. Überbetrieblich genutzt werden gemäss dieser Darstellung der Mikro-Hub. Die An- wie Auslieferung nimmt jeder KEP selber vor. Ziel im Sinne eines optimierten Gesamtsystems wäre – wo sinnvoll – eine überbetriebliche Bündelung und konsolidierte Endauslieferung.

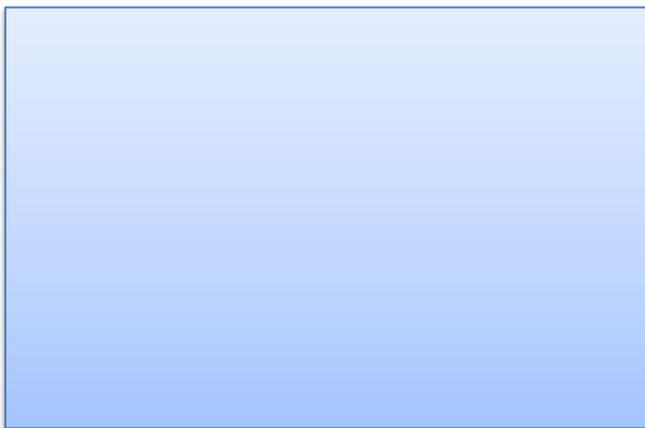
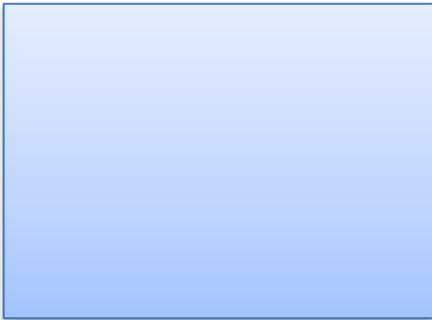


Abb. 37 Mikro-Depot- resp. Mikro-Hub-Konzept (Bogdanski, 2017)

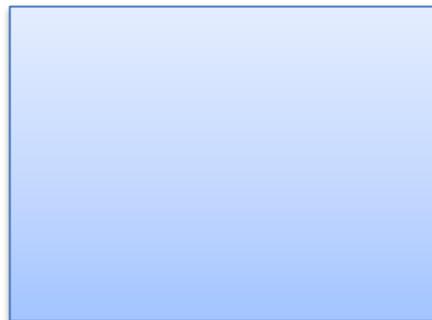
Als Mikro-Hub in Frage kommen mobile Varianten, wie Wechselbrücken oder Paketcontainer (vgl. Abb. 38). Diese stehen wie Anlieferzonen in Nutzungskonkurrenz zum Fuss-, Fahrrad- und öffentlichen Verkehr. Bevorzugt aus kommunaler Sicht werden deshalb stationäre Lösungen. Eine Nürnberger Pilotstudie kommt zur Einschätzung, dass eine stationäre Lösung "wegen des relativ geringen Nutzflächenbedarfs zu einer städtebaulich nachhaltigen Umnutzung von leerstehenden gewerblichen Bestandsimmobilien, bestehenden Paketshops, geeigneten Parkhäusern und Tiefgaragen" beitragen kann und zudem das Potential hat "ein neues Marktsegment im Bereich der Logistikimmobilien zu definieren" (Bogdanski & Bayer, 2018).

Denkbar ist eine flexible und hybride Nutzung eines Mikro-Hubs. Der Ort könnte als Umschlagplatz für die KEP vor der ökologischen Feinverteilung auf der allerletzten Meile dienen und stationäre Abholstation für die Kundschaft sein. In diesem Fall sind weitere innovative Nutzungen in Zusammenarbeit mit dem Handel denkbar, z. B. im Sinne von Pop-up-Stores oder Showrooms. Dadurch entstehen attraktive Nutzungsverbindungen,

die zu einem wirtschaftlichen Betrieb beitragen. Der Mikro-Hub könnte zum urbanen Multi-Hub erweitert werden. Um dabei eine für alle Anspruchsgruppen attraktive Lösung zu finden, ist die Zusammenarbeit der KEP, ggf. des Handels und der Städte gefragt,



(Randelhoff, 2018)



(Stadt München, 2019)

Abb. 38 Mobile Mikro-Depots in Hamburg und München

Berlin ist die erste Stadt, die ein Mikro-Hub-Modell gemäss Abbildung 38 umgesetzt hat. Beteiligt sind die fünf grössten KEP Deutschlands. Voraussetzung für eine gemeinsame Nutzung des Umschlagplatzes im Prenzlauer Berg war, dass er von einer neutralen Gesellschaft betreiben wird und jeder KEP separat anliefern und verteilen kann. Es findet somit keine überbetriebliche Bündelung statt. Vielmehr hat jeder KEP auf dem Gelände einen Container, wo der Umschlag erfolgt und von wo aus mit unternehmenseigenen Lastenfahrern die Feinverteilung stattfindet (vgl. Abb. 39). Das Projekt KoMoDo gilt gem. Aussage der Beteiligten in ganz Deutschland als Modellprojekt für Mikro-Depots (KoMoDo, 2019a).



Abb. 39 Projekt KoMoDo: Umschlagplatz und Lastenvelo eines KEP (eigene Aufnahme)

Die Projektbeteiligten von KoMoDo ziehen Mitte 2019 nach der 12-monatigen Testphase eine positive Bilanz. Es hätte sich gezeigt, dass der Einsatz von Lastenfahrrädern für die Auslieferung von Paketen und die gemeinsame Nutzung eines Mikro-Depot-Standorts durch mehrerer KEP funktioniert. Die beteiligten Unternehmen werden den Standort auch nach Ende der öffentlichen Förderung Anfang Juli 2019 für ein weiteres halbes Jahr für die Auslieferung mit Lastenfahrrädern nutzen (KoMoDo, 2019b).

Beurteilung Logistikumschlagplätze und Mikro-Hubs

Vorteile

- Effizienzpotentiale des Gesamtsystems können ausgeschöpft werden.
- Skaleneffekte bei kooperativer Nutzung.
- Mikro-Hubs mit überbetrieblicher Nutzung eignen sich in Kombination mit Lastenvelo gut für Same-Day-Delivery.
- Auch für die Tageslieferung konnte der Praxistest Mikro-Hub in Kombination mit Lastenvelo für den überbetrieblichen Betrieb erbracht werden (Projekt KoMoDo, Berlin).
- Attraktives Potential zur Weiterentwicklung von Mikro-Hub zu Multi-Hub (inkl. weiteren Nutzungen).

Nachteile

- Bei hohen Zustellungskosten, keine Akzeptanz auf Seiten Handel resp. Kundschaft.
- Mikro-Hub in Kombination mit Lastenvelo muss bzgl. Wirtschaftlichkeit gebietsspezifisch angeschaut werden und erfordert die vertiefte Analyse einer Reihe von Faktoren vorab, bspw. zeitabhängiger Sendungsstrukturen und Mietkosten (Bogdanski, 2017).
- Hohe Fixkosten für Flächen in der Innenstadt.
- Zusätzlicher Ladeprozess erhöht in der Regel die Kosten und verzögert den Gesamtprozess.

Herausforderungen

- Kostengünstige Lösung finden.
- Mangelnde Bereitschaft der KEP zur Zusammenarbeit untereinander.
- Verstärkte Zusammenarbeit mit den Kommunen nötig.
- Flächensicherung im begrenzten städtischen Raum (mobil wie stationär).
- Konfektionierte Vorsortierung an den stadtnahen Umschlagplätzen für Feinverteilung ab Mikro-Hubs erfordern neue Prozesse und Behältnisse. Dabei ist noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten.

4.3.3.3 Cargo-Tram

In der Geschichte gibt es einige Beispiele von kommerziellen Gütertransporten auf dem Strassenbahnnetz, die zum Teil ins vorletzte Jahrhundert zurückreichen wie jenes der Strassenbahn in Hannover, die 1899 ihren Betrieb aufnahm. Über 300 Güterwaggons standen im Einsatz, einerseits für Massengüter wie Kohle, Zement, Kalk, Ziegel und Zuckerrüben, andererseits auch für Stückgut-, Gemüse-, Milch- und Haus-zu-Haus-Transporte. Diese fielen im Laufe der Zeit immer mehr der Konkurrenz des LKW zum Opfer. Kohle wurde noch bis 1953 transportiert, bis der Güterverkehr eingestellt wurde (Zieseniss, 2002). In Berlin wurden bis 1935 mit dem Tram auch Pakete transportiert (Zeitler, 2019).

In den letzten 20 Jahren wurden an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zwecken die Idee der Cargo-Tram zur Entlastung des Strassenverkehrs und aus Gründen des Umweltschutzes wiederaufgenommen, z. B. Pilotversuch TramFret 2017 in Saint-Etienne in Frankreich für Stückgut (efficacity, 2018) und das Projekt GüterBim von 2004 bis 2007 in Wien (Wikipedia, 2019c). Bisher war der Markt für den Einsatz von Cargo-Trams im Massentransport noch nicht vorhanden. Die heute in Betrieb stehenden Cargo-Trams werden für Spezialeinsätze verwendet, z. B.:

- Die Güterstrassenbahn in Dresden, die im Jahr 2001 im Rahmen eines stadtverträglichen Logistikkonzepts mit der Ansiedelung einer VW-Produktion ihren Betrieb aufnahm. Sie wird von VW finanziert und liefert seit 2017 die Bauteile des e-Golfs (Vollmer, 2017). Bei weiteren potentiellen Kundinnen und Kunden orteten die Dresdner Verkehrsbetriebe in einem Zwischenbericht "zurzeit noch geringes Interesse" (Oelmann, 2014). Sie möchten den potenziellen Markt im Auge behalten und sehen unter dem Aspekt Nachhaltigkeit (Treibhausgasemissionen, Luftschadstoffe und Lärm) durchaus eine Zukunft für das Cargo-Tram.
- Das Cargo-Tram Zürich, das seit 2003 zur Entsorgung von Sperrgut, Steingut, Grossmetall und Flachglas (vgl. Abb. 40) mehrmals im Monat die städtischen Quartiere anfährt und einen umweltfreundlichen Transport des entsorgten Materials ermöglicht. Seit 2006 wurde die Dienstleistung ergänzt durch das E-Tram für Elektronikgeräte. Beim Cargo-Tram stehen gratis zwei Handwagen sowie probeweise bis Oktober 2019 ein E-Cargobike zur Verfügung (Stadt Zürich Tiefbau- und Entsorgungsdepartement, 2019a).

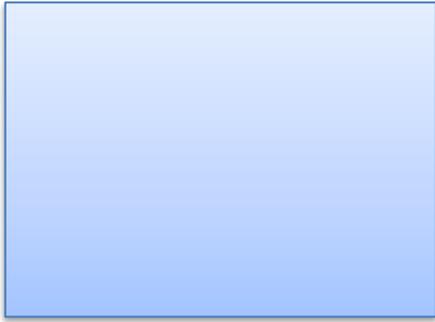


Abb. 40 Cargo-Tram Zürich (VBZ, 2019b)

Im Zusammenhang mit dem prognostizierten Anstieg des städtischen Güteraufkommens, dem zunehmenden Verkehrsdruck in den Städten sowie der veränderten gesellschaftlichen Akzeptanz von fossilen Fahrzeugen (Stichwort "Dieselfahrverbote"), könnte das Cargo-Tram als Teil eines gesamtheitlichen Smart-City-Logistik Konzeptes durchaus wieder eine Chance haben.

Genau hier setzt das neueste Pilotprojekt eines Cargo-Trams an: das LastMileTram in Frankfurt (vgl. Abb. 41). Die Idee ist, dass das Tram anstelle von Kleintransportern die Pakete in die Stadt transportiert, was zu einer Entlastung des Verkehrs, vor allem aber zu einer Beschleunigung der Paketdienstleistung beitragen soll, da die Lieferfahrzeuge auf den Anfahrtswegen in die Stadt nicht mehr im Stau stecken. Dafür wird eine Umladung in Kauf genommen, wobei – je nach bestehender Prozesse – dies nicht unbedingt eine zusätzliche Umladung sein muss. Die Gruppe der Forscher/-innen hat auch in den derzeitigen Prozessen eine gewisse Zweistufigkeit festgestellt.

In Frankfurt wurde das Cargo-Tram in Kombination mit Lastenfahrrädern getestet, um die Praktikabilität des Ansatzes nachzuweisen: Im April 2019 wurden für vier Tage mit einem Extratram (getrennt vom Personenverkehr) Pakete in Zusammenarbeit mit einem KEP zu einer Haltestelle gebracht, von wo aus die Lastenfahrräder die Feinverteilung übernommen haben. Der Versuch war erfolgreich. In einem nächsten Schritt wird derzeit unter Berücksichtigung der Distributionswege eine wissenschaftliche Analyse für die gesamte Stadt erstellt, um zu eruieren, wo die Depots der KEP und wo geeignete Tramstationen zur Übergabe an die Feinverteilung liegen.

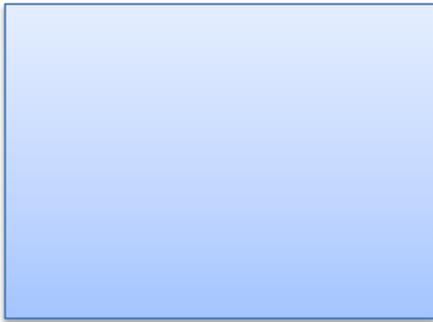


Abb. 41 Logistiktram Frankfurt (Frankfurter Allgemeine, 2019)

Im Grunde ist der Einsatz eines Cargo-Trams nichts anderes, als den Schienengütertransport mit der Bahn in der Stadt weiterzuführen. Voraussetzung ist, dass entsprechende Gefäße und Container, wie sie bereits für den Weistreckentransport bestehen, für die städtischen Verhältnisse entwickelt und angepasst werden. Es muss eine Kompatibilität der Cargo-Tram Container in beide Richtungen geben, d. h. sie müssen einfach – idealerweise vom Zug – ins Cargo-Tram und von dort auf das Cargo-Fahrzeug der Kurzstrecke geladen werden können. Jeder Umladevorgang ist mit Kosten verbunden, was eine Umsetzungshürde darstellt. Beim Projekt KoMoDo, das 2018 in Berlin startete (vgl. Kapitel 4.3.3.2) wurde die Idee einer Anlieferung mit einem Cargo-Tram aufgrund des zusätzlichen Umladevorgangs verworfen.

Einen Schritt weiter geht das "Dutch Institute for Advanced Logistics", das die Kombination von Personen- und Warentransport mit demselben Fahrzeug oder angehängt an Fahrzeuge des Personentransports, das sogenannte Cargo-Hitching erforscht (Dutch Institute for Advanced Logistics, 2019), (vgl. Abb. 42). Es sieht attraktive Geschäftsmöglichkeiten dafür im Zusammenhang mit dem Anstieg des Onlinehandels und zwar für folgende zwei Haupteinsatzorte:

- nicht-verdichtete Gegenden, da das Cargo-Hitching die Möglichkeit bietet den ÖV auf einem sozialverträglichen Niveau wirtschaftlich aufrechtzuhalten.
- hoch-verdichtete Orte, wo Verkehrsstau und Luftverschmutzung vermindert werden können, wenn sich durch die Kombination von Passagier- und Frachtverkehr Synergien für den Einsatz der Fahrzeuge ergeben, und letztlich weniger Fahrzeuge eingesetzt werden müssen.

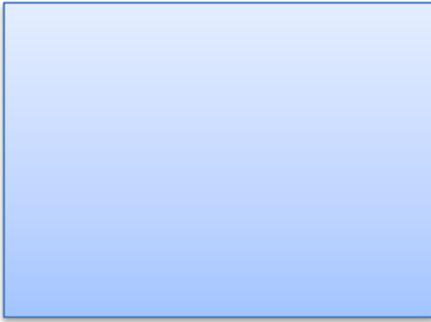


Abb. 42 Cargo-Hitching (CubeBreaker, 2019)

Beurteilung Cargo-Tram

Vorteile

- Beitrag an Zielsetzung "emissionslose" Smart-City-Logistik.
- Fährt elektrisch, ohne das Batterieproblem der Elektro-Strassenfahrzeuge.
- Flächeneffizient.
- Gute Kombinationsmöglichkeit mit City-Hub und Cargo-Bike.
- Gegebenenfalls Beschleunigung der Anfahrtswege der KEP in die Stadt.
- Entlastung des Verkehrs auf der Strasse.
- Synergien mit Personenverkehr bzgl. Infrastruktur und Personal.

Nachteile

- Möglicherweise Mehrkosten aufgrund von zusätzlichem Ladevorgang.
- Bisher nicht wettbewerbsfähig einsetzbar.

Herausforderungen

- Bestehende ÖV-Infrastruktur mit Personenverkehr tagsüber schon gut ausgelastet.
- Im Tagesfahrplan kein zeitlicher Spielraum für Be-/Entladungen resp. dies müssten sehr schnell erfolgen.
- Vielzahl von rechtlichen, organisatorischen und logistischen Fragestellungen zu lösen.
- Neue Gefässe wären zu entwickeln, die kompatibel sind zu Distributionsketten vorher und nachher.
- Zusammenarbeit mehrerer KEP wäre anzustreben wegen Bündelungseffekt.
- Viel Pionierarbeit wäre zu leisten.

4.4 Zielbeiträge der Smart-City-Logistik Ansätze

Keine der alternativen Transportmittel wie Elektrotransporter, Lastenfahrräder oder Cargo-Tram wird die letzte Meile alleine entlasten können. Jeder Beitrag hilft jedoch und ist idealerweise in ein überbetriebliches Smart-City-Logistik-Konzept eingebunden. Letztlich braucht es abgestimmt auf die Situation resp. die Quartierdichte einen Methodenmix, z. B. kann das Cargo-Tram in Kombination mit Lastenfahrrädern ein Teil einer Smart-City-Logistik sein.

Welche Smart-City-Merkmale die einzelnen Ansätze jeweils adressieren und wie hoch ihr Beitrag zu den einzelnen Zielsetzungen ist, zeigt in einer qualitativen Einstufung die nachfolgende Übersicht (Tab. 4). Die Wirkung einzelner Ansätze mit geringer isolierter Wirkung, zum Beispiel Auslieferung per Lastenfahrrad, erhöht sich in Kombination mit anderen Ansätzen, zum Beispiel Mikro-Hub. Die Einstufung gilt ausserdem nicht für alle in der jeweiligen Kategorie beschriebenen Technologien und Systeme gleichermassen. Für die Darstellung wurde jeweils die Technologie resp. das System gewählt mit dem höchsten Zielbeitrag. Für eine detaillierte Bewertung siehe die Beurteilungen in den vorhergehenden Kapiteln.

	POSITIVER BEITRAG ZU DEN SMART-CITY-LOGISTIK-MERKMALEN		
	Flächen und bestehende Infrastruktur effizient genutzt	Anzahl Fahrten resp. Wege insgesamt reduziert	"Emissionsfreie" Logistik
Umweltfreundliche und autonome Auslieferung			
Abholmodelle			
Ganzheitliche Kooperationsansätze			

	Deutlich positiver Beitrag des Ansatzes zur Smart-City-Logistik Zielsetzung
	Geringer positiver Beitrag des Ansatzes zur Smart-City-Logistik Zielsetzung
	Kein wahrnehmbarer positiver Beitrag des Ansatzes zur Smart-City-Logistik Zielsetzung

Tab. 4 Darstellung des Zielbeitrags verschiedener Smart-City-Logistik-Ansätze (eigene Darstellung)

4.5 Mögliche Rolle des öffentlichen Verkehrs

Der öffentliche Verkehr der Zukunft wird Teil eines konvergenten multimodalen oder multioptionalen Verkehrssystems sein (vgl. Abb. 43). Die einzelnen Teile des Systems bestehen z.T. heute schon. Doch erst mit der stärkeren Verbreitung der zwei grossen Disruptoren, die auf die emotionale Komponente des motorisierten Individualverkehrs zielen – dem autonomen Fahren und dem Sharing – werden sich die Grenzen zwischen Individual- und öffentlichem Verkehr mehr und mehr aufweichen. Der Antrieb der einzelnen Teile des Verkehrssystems wird grösstenteils elektrisch erfolgen.



HH = Haushalte, U = Unternehmen, Fz. = Fahrzeuge

grau mit blauer Schrift = Konvergenzbereich Individual- und öffentlicher Verkehr

Bilder (von oben nach unten): (Toyota, 2018); (Stadt Zürich Energiebeauftragte, 2019); (carvelo2go, 2019)

Abb. 43 Beispiele zur Nutzung von Auto, ÖV und Fahrrad in einem multioptionalen Verkehrssystem (eigene Darstellung)

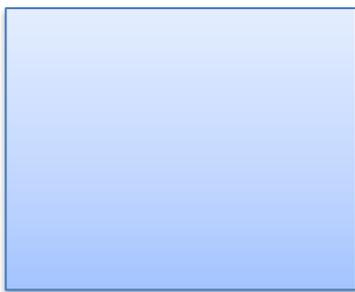
Der öffentliche Verkehr wird sich auf zwei Hauptbetriebskonzepte konzentrieren:

1) die "hochleistungsfähigen Hauptachsen" (Blanck, Hacker, Heyen & Zimmer, 2017) des elektrischen, schienen- oder trassengebundenen Verkehrs

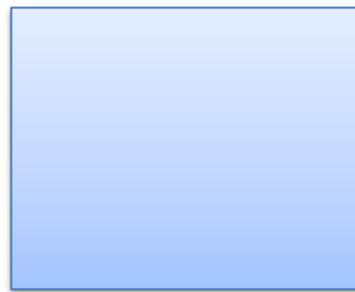
2) die flexible nachfrageorientierte Flächenbedienung im Ridesharing für den Einsatz in Quartieren

Beim nachfrageorientierten "On-Demand"-Ridesharing oder "On-Demand-Ride-Pooling" werden gemeinsame Fahrten, z. B. via App, gebündelt. Es orientiert sich dabei – anders als der bisher bekannte ÖV – "weder an einem fixen Fahrplan noch an einem fixen Streckennetz" (VBZ, 2019a).

Der Bedarfsverkehr ist derzeit in der Pilotphase (vgl. Abb. 44) und wird künftig autonom erfolgen. Das Ridesharing des öffentlichen Verkehrs überlagert sich dabei mit entsprechenden disruptiven privaten Angeboten (z. B. "shared rides" bei Lyft, UberPool oder Robotaxis, wie bei verschiedenen Unternehmen derzeit in Entwicklung), (siehe grau markierten Konvergenzbereich in Abb. 43).



(VBZ, 2019a)



(GEM, 2019)

Abb. 44 On-Demand-Ride-Pooling: Funktionsweise und Beispiel Anaheim

Denkbar wäre in einer Variante auch der Betriebe einer autonomen Taxiflotte durch die städtischen Verkehrsbetriebe. Gemäss Fachmeinung reicht beispielsweise für die Stadt Zürich eine Flotte von ca. 40'000 Fahrzeugen, um alle Fahrten der heute 120'000 Fahrzeuge im Besitz der Bewohnerinnen und Bewohner zu ersetzen (Fritzsche, 2019).

Bezüglich Warenverkehr sind private Transporte mit dem öffentlichen Verkehr (wie bisher) und vom ÖV betriebene Transporte zu unterscheiden, wobei sich mit Crowd-Delivery und autonomen Lieferfahrzeugen gewisse Überschneidungen ergeben könnten.

4.5.1 Private Warentransporte mit Nutzung ÖV

Heute fährt eine Person in der Schweiz im urbanen Raum täglich durchschnittlich etwas mehr als einen Kilometer mit dem ÖV zum Zweck "Einkauf und Besorgungen" (BFS, 2017b). Unter Annahme der oben skizzierten nachhaltigen Entwicklung des Verkehrssystems in Richtung Multimodalität und Abkehr von privatem Autobesitz wird es künftig vermutlich mehr sein. In welchem Umfang private Waren vermehrt mit dem ÖV transportiert werden, hängt stark vom Angebot der multimodalen Verkehrsmittel ab, z. B. ob an den Haltestellen Lastenfahrräder für den Weitertransport zur Verfügung stehen. Die Möglichkeiten des "Mittransportierens" von Waren im ÖV werden vielfältiger: Es kann sich um eigene Waren handeln oder solche, die im Auftrag Dritter, im Sinne der "Crowd-

Delivery" (vgl. Kap. 3.3.3), transportiert werden. Die Ware kann von Personen oder von (Liefer-)Robotern (privat oder geteilt) transportiert werden, die einen Teil des Weges mit dem ÖV zurücklegen.

Die Nutzung der multimodalen Verkehrsmittel wird selbstgesteuert funktionieren, d. h. situativ wird uns "das schnellste, praktikabelste und kostengünstigste Verkehrsmittel" (Blanck et al., 2017) vorgeschlagen, ähnlich wie es die Stadt Zürich mit der Mobilitätsplattform anstrebt, die derzeit im Rahmen von Smart-City entwickelt wird (VBZ, 2019f).

Mit der zunehmenden Automatisierung und kommunikativen Verknüpfung der Verkehrsmittel sowie der Kapazitätsmessung in Echtzeit wird es künftig möglich sein, die Fahrzeuge zu ermitteln, die noch Personen oder Waren mittransportieren können. Die Mitfahrt zur Abholung oder Auslieferung der Ware wird künftig ggf. nicht mehr nötig sein. Auch im professionellen Gütertransport mit einem plattformbasierten, multimodalen System, ähnlich der bereits erwähnten "Letzte-Meile-Börse" (vgl. Kap. 4.3.1.6), sind überbetriebliche Bündelungseffekte mit Einbezug des ÖV denkbar.

Um für die Möglichkeiten des privaten Warentransports gerüstet zu sein, wäre das Thema bei der Weiterentwicklung der Fahrzeuge zu berücksichtigen. Fragen, die sich in diesem Zusammenhang stellen sind z. B. die Notwendigkeit von Stauraum für privaten Warentransport oder von Fläche für Lieferroboter und Drohnen in und auf den Fahrzeugen.

4.5.2 Einbindung ÖV in ein Smart-City-Logistik-Konzept

Neben dem privaten "Mit-Transportieren" von Waren im ÖV, ist auch die aktive Einbindung des ÖVs in ein Smart-City-Logistik-Konzept denkbar. Das Spektrum ist gross: Es reicht von der Bereitstellung zentraler Flächen, z. B. für Abholstationen, bis zum Einsatz eigener Fahrzeuge für den Warentransport.

Mit Blick auf ein multioptionales, hochvernetztes Verkehrssystem kristallisieren sich die nachfolgend aufgeführten möglichen Anknüpfungspunkte für eine Einbindung des öffentlichen Verkehrs und seiner Infrastruktur in ein Smart-City-Logistik-Konzept heraus.

Mögliche Einbindung des öffentlichen Verkehrs und seiner Infrastruktur in eine Smart-City-Logistik

1) Immobilien, Fläche

Bereitstellen resp. Freihalten von dringend benötigten Logistikflächen für

- Mikro-Hubs
- Abholstationen

2) Trassen

- Freigabe von Bus- und Tramtrassen für den Warentransport (gemeinsame Trassennutzung ÖV und Smart-City-Logistik)
- Bereitstellung oder Betrieb von Logistik-Trassen

3) Fahrzeuge

- Mit etablierten Gefäßen der Langstrecke einen Teil der zweistufigen City-Logistik mit Anschluss an Mikro-Hubs und/oder stadtnahe Logistikumschlagplätze übernehmen (Cargo-Tram/Bus kombiniert mit Personenverkehr oder separat, z. B. nachts; Cargo-Hitching)
- (Autonome) Fahrzeuge des Bedarfsverkehrs für (autonomen) Warentransport öffnen
- Fahrzeuge für Lieferroboter/Drohnen öffnen

4.6 Exkurs: Visionäre Smart-City-Logistik-Lösungen

In diesem Exkurs wird beispielhaft eine Lösung für eine gesamtheitliche Smart-City-Logistik vorgestellt (vgl. Abb. 45), wie sie an einem Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern der verschiedenen Anspruchsgruppen (Stadt, KEP, Handel und Kundschaft) nach der Methode des Design-Thinking (Lewrick et al., 2018) erstellt wurde. Zwei weitere Lösungsmodelle sowie weitere Ergebnisse des Workshops finden sich in Anhang 5. Für jedes Modell wird die Funktionsweise, mögliche Anknüpfungspunkte an den ÖV sowie die räumlichen, technologischen und politischen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Umsetzung skizziert.

So vielfältig sie in ihren einzelnen Ausprägungen sind und so visionär sie z. T. auch bezüglich Technologie oder "Umdenken" erscheinen mögen, gemeinsam ist allen Modellen ein mehrstufiger Hub-Ansatz, d. h. die stadt- und quartiernahe Bündelung der Ware, sowie eine ökologische Feinverteilung oder Abholung auf einem "sowieso"-Weg. Ein weiteres Ergebnis des Workshops ist, dass ein Denken weg vom klassischen "Auslieferungsansatz" zurzeit noch schwierig scheint.

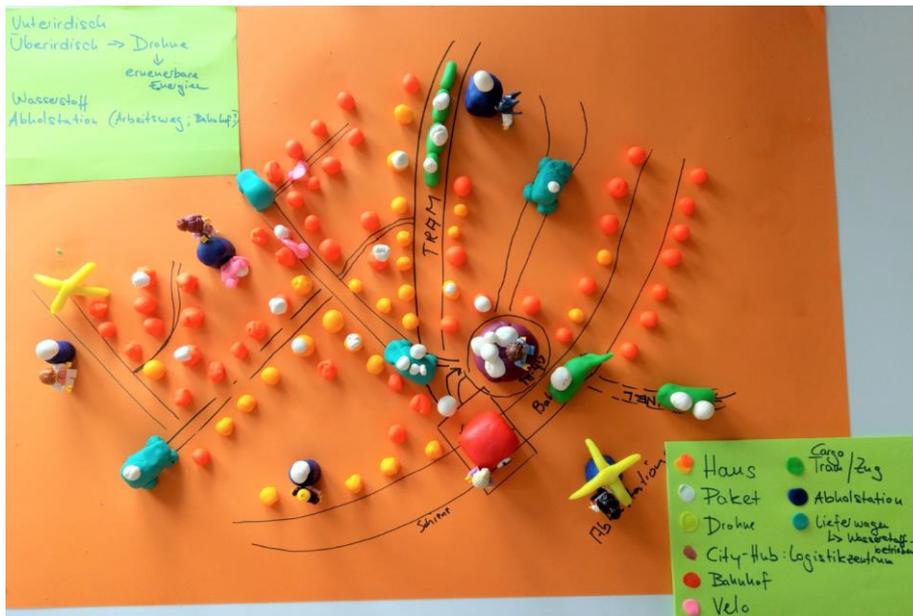


Abb. 45 Smart-City-Logistik-Modell "Ökologische Feinverteilung" (eigene Aufnahme)

Funktionsweise

- Anlieferung der Pakete an einen zentralen City-Hub (per Schiene ober- oder unterirdisch)
- Verteilung mit Lieferwagen oder Cargo-Trams zu "Abholstationen"
- Dort Umladung für Abholung oder Lieferung (Arbeitsplatz oder nach Hause)
- Feinverteilung mit Fahrrädern oder Drohnen
- Preis differenziert nach Abholung oder Lieferung

Anknüpfungspunkte an den ÖV

- Flächenkonzept für Hub und Umladestationen (Tram-/Busstationen, Depots)
- Pilot Cargo-Tram, Cargo-Trolleybus mit Logistikunternehmen
- Pilot Pickup an Haltestelle (Fläche bereitstellen oder eigener Betrieb)

Rahmenbedingungen

- **Raum:** Platz für zentralen City-Hub und Verteilstationen
- **Technologie:** Fahrzeuge für zentrale ökologische Anlieferung, ökologische Feinverteilung (Lieferfahrzeuge, Drohnen, Trams), ggf. Automatisierung in Transport und Verteilung
- **Politisch:** städtische Vision einer Smart-City-Logistik erarbeiten; einheitliche Rahmenbedingungen müssen von der Stadt als Regulierungsbehörde gesetzt werden

5 Paketzustellung Stadt Zürich

Die grundsätzliche Entwicklung des Handels sowie die Auswirkungen auf den Paketmarkt und die urbane Kleingüterlogistik wie in Kapitel 3.3. beschrieben gelten auch für die Schweiz. Dennoch weist der Schweizer Onlinehandel einige Besonderheiten auf:

Der Marktanteil des Onlinehandels am gesamten Detailhandel beträgt derzeit rund 10% (vgl. Anhang 3). Das jährliche Wachstum beträgt 10 % und wird so auch für die kommenden Jahre prognostiziert (Kessler & Giuriato, 2019). Damit ist die Schweiz vergleichbar mit Ländern wie USA und Japan, jedoch weit hinter Grossbritannien und China (siehe Kap. 3.3.1). Innerhalb Europas haben Deutschland und Österreich ähnlich hohe Anteile wie die Schweiz (Heinick, 2018).

Die grössten Segmente des Onlinehandels sind Heimelektronik mit 33% Online-Umsatz (Kessler & Giuriato, 2019) sowie Fashion und Schuhe mit 20%; (eigene Berechnung auf Basis Daten (Jucker et al., 2019)).

Auffallend ist, dass der Onlinemarkt in der Schweiz noch stark einheimisch geprägt ist (vgl. Anhang 3). Elektronik und Food wird künftig gem. Prognose des Verbands des Schweizerischen Versandhandels weiterhin in Schweizer Hand bleiben, ansonsten zeichnet sich auf Angebotsseite ein starkes Wachstum internationaler Unternehmen ab (Kessler & Giuriato, 2019). Weit überdurchschnittliche Wachstumsraten wiesen im letzten Jahr beispielsweise Aliexpress (China, Platz 4) mit 70% und Wish (Kalifornien, Platz 6) mit über 50 % auf (Lang, 2019a). Für weitere Auswertungen zum Onlinehandel Schweiz siehe Anhang 3.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Funktionsweise des Paketmarkts und der Paketzustellung erklärt, gefolgt von Mengenabschätzungen bzgl. Anzahl gefahrener Kilometer und Treibhausgasemissionen spezifisch für die Stadt Zürich. Dies als Grundlage für die anschliessenden Smart-City-Logistik-Handlungsempfehlungen zu Händen von Stadt, Kurier-, Express- und Paket-Diensten (KEP) und ÖV.

5.1 Funktionsweise Paketmarkt und -zustellung

Im Paketmarkt hält die Post mit rund 80 % den grössten Anteil (Die Post, 2019b). Die restlichen 20 % teilen sich mit je ca. 10 % DHL und DPD auf. Diese Marktsituation ist weltweit weitgehend einmalig (Ausnahme Japan). Überall sonst hat sich nach Aufhebung des Postmonopols der Markt aufgeteilt. Der Grund liegt ähnlich wie beim Onlinehandel an der besonderen Marktsituation der Schweiz, da der kleine Markt für viele globale Player zu wenig relevant ist. Die Zahlungsbereitschaft für die Lieferung ist auch im Schweizer Markt gering.

Jeder KEP unterhält und betreibt dabei seine eigene optimierte Logistikkette mit Depots und maximal möglicher effizienter Auslieferung. Die Auslieferung erfolgt in den allermeisten Fällen noch immer bis an die Adresse der Empfängerin resp. des Empfängers. Die Effizienz des bisherigen Systems wird von der Branche bestätigt. Argumentativ untermauert wird diese Einschätzung mit dem hohen Wettbewerbsdruck und der geringen Marge. Dieses Argument ist in der Hinsicht zu relativieren, dass jedes Unternehmen separat operiert und damit mögliche Effizienzpotentiale des Gesamtsystems nicht ausgeschöpft werden. Auch dürfte sich die Effizienz von Unternehmen mit kleinen Mengen von denen mit grossen Mengen unterscheiden, da letztere mehr Ware in einem kleineren Gebiet verteilen, während es durchaus vorkommen kann, dass erstere für das letzte Päckchen einen weiten Weg zurücklegen müssen, wenn keine anderen Lieferungen in diesem Gebiet mehr anfallen. Auch gilt die Aussage bzgl. der heutigen Rahmenbedingungen, wo viele Kosten, wie Umwelt- und Gesundheitskosten, nicht in den Preisen internalisiert sind. Zudem ist per se die letzte Meile in der Logistik die ineffizienteste, da nur schwer planbar, z. B., wenn Pakete nicht ausgeliefert werden können oder nicht abgeholt werden.

Die Auslieferung auf der letzten Meile erfolgt heute mit fossil betriebenen Fahrzeugen, wobei jedes Unternehmen mit den eigenen Fahrzeugen in die Stadt fährt. Da die Post mit 80 % Marktanteil bei weitem der grösste KEP ist, wird im Folgenden ihre Logistikpraxis näher beleuchtet.

Die Pakete der Post werden seit 20 Jahren von drei zentralen Standorten aus verarbeitet, den Paketzentren in Härkingen (SO), Daillens (VD) und Frauenfeld (TG). Ein Paket durchläuft bis zur Zustellung bis zu zwei dieser drei Paketzentren, wo sie mit LKW oder Zug antransportiert werden (Die Post, 2019c). Als Antwort auf das anhaltend starke Wachstum im Paketversand baut die Post derzeit drei neue regionale Verteilzentren in Vétroz (VS), Cadenazzo (TI) und Untervaz (GR). Gleichzeitig reagiert die Post damit auf die steigende Zahl Priority-Pakete. Gemäss Informationen der Post liegt die Zukunft der

Postverteilung in der Dezentralisierung. Dafür sind weitere Paketzentren in anderen Regionen in Planung. Als Vorteile werden verkürzte Transportzeiten und Transportwege genannt, was schnellere und ökologische Abläufe ermöglichen soll (Die Post, 2019e). Abbildung 46 zeigt die Paketmengenentwicklung der letzten zehn Jahre.



Abb. 46 Mengenentwicklung Pakete Schweizer Post (Die Post, 2019e)

Von den Verteilzentren erreichen die Pakete die Distributionsbasen am Rande der Städte, von wo aus sie mit Kleintransportern bis zur Haustüre geliefert werden. Das System ist auf effiziente Transportlogistik und zuverlässige Zustellung optimiert.

Den wachsenden Same-Day Markt bewältigt die Post in Zürich z. T. mit einem Mikro-Hub-Ansatz mit Lastenfahrradfeinverteilung in Kooperation mit dem Start-up notime (vgl. Kap. 4.3.1.1).

Bis 2023 erwartet die Post einen Anstieg um 30–40 % der Paketmenge und prognostiziert einen Anteil Same-Day- und Instant-Delivery von rund 10–15 % für 2023 (vgl. Abb. 47).



Abb. 47 Entwicklung Paketvolumen Post bis 2023 (Sierau & König, 2019)

5.2 Abschätzung Mengen

5.2.1 Pakete und Fahrten

In der Stadt Zürich wird die Verkehrsleistung des Güterverkehrs derzeit nicht erfasst. Es lässt sich also – top-down – keine spezifische Abschätzung machen, wie gross die Verkehrsleistung der Paketpost ist, oder welchen Anteil diese am gesamten Verkehr auf Stadtgebiet hat. Anhaltspunkt bietet der in Kap. City-Logistik (2.1) hergeleitete schweizweite Durchschnitt des Anteils Paketpost an der Transportleistung (in Tonnenkilometern) der leichten Güterfahrzeuge von unter 10 %.

Sowohl in den Interviews wie in der Literatur wird davon ausgegangen, dass etwa ein Drittel des innerörtlichen Verkehrs zulasten des Wirtschaftsverkehrs geht. Davon sind gemäss Informationen aus den Interviews in Deutschland durchschnittlich ca. zwei Drittel Personenwirtschaftsverkehr (Dienstleistungen und Handwerk) und das restliche Drittel klassischer Güterverkehr und Transport auf eigene Rechnung oder im Auftrag der Kundschaft, d. h. etwas 10 % ist Güterverkehr "in Reinkultur" (Interview). Dies schliesst auch Baugüter, Belieferung von Filialen und alle Grössen von LKW und Stückgut ein. Die Paketpost ist wiederum ein Teil davon. Die Situation für die Stadt Zürich wird ähnlich eingeschätzt.

Mithilfe von Daten und Informationen der Post zu den ausgelieferten Mengen und Touren soll im Folgenden eine Bottom-up-Schätzung zu den gefahrenen Distanzen im Paketverkehr in der Stadt Zürich gemacht werden, einmal für die Tagzustellung und einmal für die Abendzustellung (Same-Day). Dies um die Effizienzunterschiede aufzuzeigen.

Grundsätzlich wird zwischen Tagzustellung (7:00–17:00 Uhr) und Abendzustellung (17:00–20:00 Uhr) unterschieden. Die Tagzustellung erfolgt mit "temporär statischen Touren". Die Routenführung liegt in der Verantwortung der einzelnen Fahrer/innen der jeweiligen Tour. Bei der Abendzustellung sind die einzelnen Stopps einer Tour vorgegeben und werden täglich berechnet, d. h. es wird "dynamisch geplant" (Info Post). Zu diesen zwei Hauptlieferzeiten kommt die Zeitfensterzustellung. Die Kundschaft kann zwischen acht individuellen Zeitfenstern zwischen 90 Minuten und 5 Stunden im Zeitraum von 9– 21 Uhr wählen (Die Post, 2019d).

Nachfolgende Tabelle zeigt eine Abschätzung der gefahrenen Kilometer der Tageszustellung auf Basis von Daten der Post, die für diese Arbeit zur Verfügung gestellt wurden (Details siehe Anhang 6).

Angenommene Durchschnittswerte Tageszustellung		Quelle
Anzahl Pakete	26'000	Post, berechnet, e. A.
Gewicht Pakete	70 t	Post, berechnet, e. A.
Volumen Pakete	523 m ³	Post, berechnet, e. A.
Gewicht pro Paket (Ø)	2.7 kg	berechnet
Pakete pro km ² (Ø)	260	gerundet; 100 km ² Stadtgebiet
Anzahl Lieferwagen resp. Touren (max. Auslastung)	50	berechnet, Annahme 1.41 t Zuladung Gewicht
Beladung Pakete pro Lieferwagen (Ø)	520	berechnet
Fahrt pro Tour (Tageszustellung, Ø)	20 km	Post
Abstand Stopps (Ø Tourenlänge)	38 m	berechnet, 1 Paket pro Stopp
Abstand Stopps ("gleichmässig verteilt")	62 m	berechnet, siehe Anhang 6, 1 Paket pro Stopp
Distanz total (Ø Tourenlänge)	1000 km	berechnet
Distanz total ("gleichmässig verteilt")	1600 km	berechnet, siehe Anhang 6
Distanz für 1000 Pakete (Ø Tourenlänge)	38 km	berechnet
Distanz für 1000 Pakete ("gleichmässig verteilt")	62 km	berechnet, siehe Anhang 6

e. A. = eigene Annahmen

Tab. 5 Abschätzung gefahrene Kilometer Pakete Post Tageszustellung Stadt Zürich (eigene Berechnung)

Insgesamt werden an einem durchschnittlichen Tag (unter den gemachten Annahmen, vgl. Anhang 6) in der Stadt Zürich in der Tagesauslieferung schätzungsweise rund 26'000 Pakete ausgeliefert. Pro Quadratkilometer sind das 260 Pakete. Dafür werden bei maximaler Auslastung der Lieferfahrzeuge 1000 Kilometern gefahren. Dies, unter der Annahme, dass eine Tourenlänge durchschnittlich 20 Kilometer lang ist (Angaben Post; vgl. Tab. 5: "Ø Tourenlänge"). Das entspricht rund 1.5 Mal der Länge des gesamten Strassennetzes der Stadt Zürich; Strassennetzlänge gem. (Dorbritz, Cavallasca & Suter, 2019). 1000 Pakete verursachen somit durchschnittlich eine Fahrt von rund 38 Kilometern.

Diese Annahme wurde verifiziert mit dem theoretischen Szenario, dass die Pakete gleichmässig auf dem Stadtgebiet verteilt sind, und somit maximal weit auseinanderliegen. Zudem wurde angenommen, dass jeweils nur ein Paket pro Stopp ausgeliefert werden kann. Damit ergäbe sich eine maximale Tourenlänge von 1600 Kilometern. (vgl. Tab. 5: "gleichmässig verteilt").

Mit privaten Retourfahrten, Mehrfachanfahrt und weiteren KEP, die aufgrund der geringeren Mengen weniger gut bündeln können als die Post, also mehr Distanz zwischen den einzelnen Auslieferungen zurücklegen, dürfte die tatsächlich zurückgelegte Strecke an Fahrten für die Paketauslieferung weit höher liegen.

Vergleicht man die Fahrten auf Stadtgebiet mit dem Longhaul, der Anlieferungsdistanz bis zur Stadtgrenze, ist es ein relativ weiter Weg, den die Pakete innerhalb der Stadt nochmals zurücklegen: 1000 Paketen in der Tageszustellung legen auf Stadtgebiet (unter den obigen Annahmen) zwischen 38 und 62 Kilometer zurück (je für den Fall "durchschnittliche Tourenlänge mit maximaler Auslastung" und das theoretische Szenario "Pakete gleichmässig verteilt"), d. h. fast nochmal die gleiche Distanz wie beispielsweise vom Warenzentrum von Brack in Willisau bis zur Stadtgrenze Zürich (rund 80 Kilometer). Eine grafische Darstellung der Tageszustellung zeigt Abbildung 48.

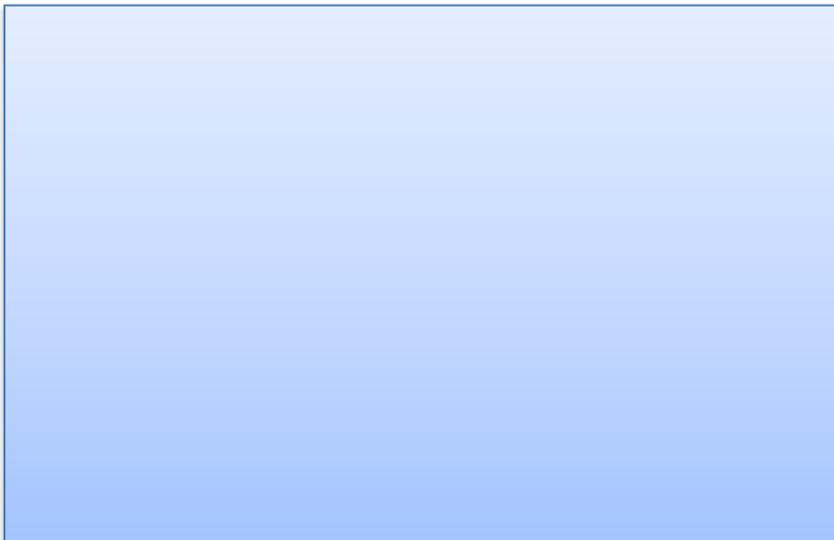


Abb. 48 Tageszustellung Stadt Zürich (König, 2019)

Die sehr effiziente Tagesauslieferung wird nun mit der Abendzustellung verglichen, bei der aufgrund der geringeren Mengen weniger gut gebündelt werden kann. Nachfolgende Tabelle zeigt eine Abschätzung der Mengen und Distanzen der Abendzustellung.

Angenommene Durchschnittswerte Abendzustellung		Quelle
Anzahl Pakete	3'250	Post, berechnet, e. A.
Gewicht Pakete	9 t	Post, berechnet, e. A.
Volumen Pakete	65 m ³	Post, berechnet, e. A.
Gewicht pro Paket	2.7	berechnet
Pakete pro km ²	33	gerundet; 100 km ² Stadtgebiet
Abstand Stopps ("gleichmässig verteilt")	175 m	berechnet, siehe Anhang 6, 1 Paket pro Stopp
Distanz total ("gleichmässig verteilt")	570 km	berechnet, gerundet, siehe Anhang 6
Distanz für 1000 Pakete	175 km	berechnet, siehe Anhang 6

e. A. = eigene Annahmen

Tab. 6 Abschätzung gefahrene Kilometer Pakete Post Abendzustellung Stadt Zürich (eigene Berechnung)

Da für die Abendzustellung die durchschnittliche Tourenlänge nicht bekannt ist, muss auf das theoretische Szenario alle Pakete "gleichmässig verteilt" und ein Paket pro Stopp zurückgegriffen werden.

Insgesamt werden in einer durchschnittlichen Abendauslieferung (unter den gemachten Annahmen, vgl. Anhang 6) in der Stadt Zürich 3'250 Pakete ausgeliefert. Pro Quadratkilometer sind das 33 Pakete. Dafür werden rund 570 Kilometern gefahren.

1000 Pakete der Abendzustellung legen innerhalb der Stadt ca. 175 Kilometer zurück. Im Gegensatz zur sehr effizienten Tageslieferung ist die Abendlieferung oder die Same-Day-Paketauslieferung rund 3- bis 5-mal weniger effizient (vgl. Anhang 6). Die Stopps liegen weiter auseinander, da die Paketmenge im Vergleich zur Tageslieferung im Moment nur einen Bruchteil ausmacht (Annahme rund 10 % der gesamten Paketmenge; vgl. Abb. 47) und damit weniger gut gebündelt werden kann. Verglichen mit einem Longhaul von 80 Kilometern, legen die Pakete bereits mehr als doppelt so viele Kilometer innerhalb der Stadt zurück.

Die weniger gute Bündelungsmöglichkeit zeigt sich auch in der grafischen Darstellung der Abendauslieferung (vgl. Abb. 49).



Abb. 49 Abendzustellung Stadt Zürich (König, 2019)

In obiger Annahme der Abendauslieferung liegen die Stopps je 175 Meter auseinander. Denkt man das System weiter zu Same-Hour-Delivery, wird eine Bündelung immer schwieriger und es wird evtl. eine Fahrt durch einen einzigen Auftrag ausgelöst. Wird eine Fahrdistanz von 1 Kilometer zwischen zwei Lieferpunkten angenommen, wären das auf 1000 Pakete hochgerechnet 1000 innerstädtische Kilometer, die diese ab Stadtgrenze zurücklegen. Dies zeigt eindrücklich die Relevanz der letzten Meile und ihre Auswirkungen auf den städtischen Verkehr.

5.2.2 Treibhausgasemissionen Onlinehandel vs. private Einkaufsfahrten

In der Diskussion um den vermehrten Onlinehandel, dem verursachten Mehrverkehr sowie der vermeintlich schlechteren Umweltbilanz, gilt es zu beachten, dass jeder Distributionskanal Umweltbelastung verursacht, auch der Einkauf im stationären Handel. Detailliert untersucht wurde dies kürzlich in einem Projekt der Universität St. Gallen (Schreiner et al., 2017).

Gemäss Fokus der Arbeit werden an dieser Stelle annäherungsweise die THG-Emissionen der Paketauslieferung auf der letzten Meile mit denen des Einkaufs mit dem Auto (Fahrt zum stationären Handel) verglichen. Die THG-Emissionen der Paketdistribution werden aus der Anzahl Pakete und den gefahrenen Kilometern berechnet (vgl. Kap. 5.2.1). Die THG-Emissionen des Einkaufs mit dem Auto werden aus Daten des Mikroszensus Mobilität und Verkehr 2015 berechnet (BFS, 2017b).

Onlinehandel

Die erfolgreiche Zustellung eines Paketes verursacht pro Paket 24 g THG-Emissionen (vgl. Tab. 7); dies, unter der Annahme einer sehr effizienten Tourengestaltung und ausschliesslich auf Basis von Daten des grössten Marktteilnehmenden in der Stadt Zürich.

Durchschnittswerte Tageszustellung		Quelle
Anzahl Pakete	26'000	Post, berechnet, e. A.
Gewicht Pakete	70 t	Post, berechnet, e. A.
Fahrt pro Tour (Tageszustellung, \emptyset)	20 km	Post
Anzahl Touren	70	berechnet, e. A., 1 Tonne pro Fz., entspricht 71 % Auslastung
Anzahl Pakete pro Tour	370	berechnet, 71 % Auslastung
Tourenlänge gesamt	1400 km	berechnet, 71 % Auslastung
Fahrleistung gesamte Tagesauslieferung	1400 tkm	berechnet, 71 % Auslastung
THG-Emissionsfaktor	426 g/tkm	(mobitool, 2016), Kleintransporter, Durchschnitt Diesel Norm 5 und 6, 1 Tonne pro Tour, entspricht 71 % Auslastung, inkl. indirekte Emissionen durch Treibstoffbereitstellung
THG-Emissionen gesamte Tagesauslieferung	0.6 t	berechnet: THG-Emissionsfaktor multipliziert mit Fahrleistung
THG-Emissionen pro Tour	8.5 kg	berechnet: THG-Emissionen gesamte Tagesauslieferung dividiert durch Anzahl Touren
THG-Emissionen pro Paket	23 g	berechnet: THG-Emissionen gesamte Tagesauslieferung dividiert durch Anzahl Pakete
Faktor zur Berücksichtigung des Zustellerfolgs (Mehrfachanfahrten pro Paket, Abholung durch Kundschaft)	1.06	berechnet auf Grundlage von (Schreiner et al., 2017, S. 64)
THG-Emissionen pro Paket mit Berücksichtigung des Zustellerfolgs	24 g	berechnet

tkm = Tonnenkilometer (Einheit für die Transportleistung im Gütertransport)

e. A. = eigene Annahmen; Fz. = Fahrzeug

Tab. 7 Abschätzung THG-Emissionen pro Paket der Tageszustellung Stadt Zürich (eigene Berechnungen)

Zu berücksichtigen ist bei obiger Abschätzung:

- Die Abschätzung deckt nur die 80 % Marktanteil der Post und nur die Tageszustellung ab, d. h. ohne die zwei weiteren grossen Marktteilnehmenden und ohne Same-Day- oder Zeitfenster-Lieferungen.
- Aufgrund vieler Stopp-and-Go in der heutigen Lieferpraxis liegen die effektiven Emissionswerte pro Kilometer vermutlich höher als die verwendeten Durchschnittsverbrauchswerte.

- Die THG-Emissionen der im Vergleich zum privaten Einkauf meist umfangreicheren Transportverpackung sind nicht eingerechnet.
- Die Toureneffizienz ist auch bei Annahme von 71 % Auslastung immer noch sehr hoch. Die tatsächlichen Werte dürften rund 6-mal höher liegen, wie ein Abgleich mit der Studie "Die 'Letzte Meile' im Schweizer Detailhandel" zeigt (Schreiner et al., 2017). Diese Studie geht in städtischen Siedlungsräumen von einer durchschnittlichen Tourenlänge von 60 Kilometern und einer durchschnittlichen Anzahl Pakete pro Tour von rund 150 aus.
- Die THG-Emissionen der Retouren-Abwicklung sind nicht berücksichtigt. Diese sind jedoch verhältnismässig gering und liegen für die Warengruppe mit der höchsten Retourquote (Bekleidung) bei rund 1 g THG pro Paket (Schreiner et al., 2017).
- Es wird nicht zwischen Paketlieferungen an Haushalte oder Paketlieferungen an Unternehmen unterschieden.

Vergleicht man die bottom-up berechneten Werte in Tab. 7 im Sinne einer Verifizierung mit den top-down berechneten THG-Emissionen, ausgehend von den gesamten THG-Emissionen in der Stadt Zürich (vgl. Abb. 3, Kap. 1.4), kommt die Abschätzung grössenordnungsmässig gut hin. Top-down berechnet verursacht die Distribution von Post und Paketen in der Stadt Zürich jährlich ca. 2500 t THG, bottom-up berechnet – nur Anteil Tageszustellung des grössten Marktteilnehmenden – ca. 1000 t THG (jeweils inkl. indirekte Emissionen durch Treibstoffbereitstellung, Berechnung siehe Anhang 6).

Treibhausgasemissionen private Einkaufsfahrten

Die Höhe der Treibhausgasemissionen privater Einkaufsfahrten ist stark von der Transportmittelwahl, der Bündelung von Einkäufen resp. der Häufigkeit der Fahrten zum Einkaufszentrum abhängig. Es werden vereinfacht nur die THG-Emissionen des motorisierten Individualverkehrs (MIV), und hier nur die Autofahrten, betrachtet, da diese die THG-Emissionen der anderen Verkehrsmittel bei weitem übertreffen. Pro Jahr sind es 47'000 Tonnen Treibhausgase, die durch Einwohner/innen der Stadt Zürich aufgrund ihrer Einkaufsfahrten mit dem Auto verursacht werden. Dies sind doch immerhin rund 3 % aller Treibhausgasemissionen in der Stadt Zürich (vgl. Tab. 8).

Distanzen und THG-Emissionen privater Einkaufsfahrten		Quelle
Mittlere Tagesdistanz pro Person	29 km	Städtevergleich (Basel-Stadt et al., 2017)
Anteil Einkauf an mittlerer Tagesdistanz pro Person	13 %	Mikrozensus Mobilität und Verkehr (BFS, 2017a)
Mittlere Tagesdistanz für Einkäufe pro Person	3.8 km	berechnet
Anteil Einkauf mit Auto an Tagesdistanz für Einkauf	55 %	berechnet aus Mikrozensus Mobilität und Verkehr – Synthesetabelle (BFS, 2017b)
Mittlere Tagesdistanz für Einkäufe mit dem Auto pro Person	2.1 km	berechnet; als Fahrer/in oder Beifahrer/in
THG-Emissionsfaktor	146 g/km	(mobitool, 2016); durchschnittliche Flotte Personewagen; durchschnittliche Belegung für Einkauf; inkl. indirekte Emissionen durch Treibstoffbereitstellung
Mittlerer täglicher THG-Ausstoss pro Person durch Einkäufe mit dem Auto	300 g	berechnet; gerundet
Mittlerer jährlicher THG-Ausstoss pro Person durch Einkäufe mit dem Auto	110 kg	berechnet; gerundet
Einwohner/innen Stadt Zürich	428'737	2018, (Stadt Zürich Präsidialdepartement, 2019)
jährlicher THG-Ausstoss durch Einkäufe mit dem Auto, alle Einwohner/innen	47'000 t	berechnet; gerundet
Vergleich mit THG Onlinehandel		
Post und Pakete THG pro Jahr (top-down Schätzung)	2500 t	vgl. Anhang 6
Faktor THG private Einkaufsfahrten Auto im Vgl. zu THG Post und Pakete	20	berechnet; gerundet

Tab. 8 Abschätzung Distanzen und THG-Emissionen privater Einkaufsfahrten in der Stadt Zürich (eigene Berechnungen)

Vergleich THG-Emissionen Onlinehandel und private Einkaufsfahrten

Der Ausstoss von THG-Emissionen für private Einkaufsfahrten liegt in der Stadt Zürich um Faktor 20 höher als der der Paketpost (47'000 Tonnen gegenüber 2'500 Tonnen jährlich, vgl. Tab. 8). Selbstverständlich gilt es zu berücksichtigen, dass auch die Anteile an den Warenmengen (online vs. offline) weit auseinanderliegen, d. h. – trotz Wachstum in den letzten Jahren – gelangt der grösste Teil der Waren nicht via Paketpost in die Haushalte. Andererseits macht der Onlinehandel gemessen am Umsatz doch immerhin durchschnittlich rund 10% des gesamten Umsatzes des Detailhandels aus.

Gründe, die zur Erklärung der Diskrepanz zwischen den THG-Emissionen aus Einkaufsfahrten mit dem Auto im Vergleich zu denen aus der Paketverteilung herangezogen werden können, sind:

- 1) In den Einkaufsfahrten sind auch Fahrten zur Inanspruchnahme von Dienstleistungen enthalten, ein direkter Vergleich ist nicht möglich. Vermutlich sind es weniger Fahrten, die effektiv mit Warentransport verbunden sind.
- 2) Berücksichtigt man ausserdem, dass bei der Wahl des Autos als Verkehrsmittel zum Einkauf der (schwere) Warentransport meist nicht im Zentrum steht, sondern auch Bequemlichkeit, Schnelligkeit, schlechte ÖV-Verbindungen als Gründe für die Verkehrsmittelwahl genannt werden, kann ebenfalls davon ausgegangen werden, dass ein grosser Teil der Autofahrten vermutlich mit geringen Mengen Warentransport verbunden ist.
- 3) Die Abgrenzung Einkaufen zu den Freizeitaktivitäten ist nicht eindeutig. Immerhin gaben 11% der Besucherinnen und Besucher von Einkaufsgebieten in einer Studie der Regionalplanung Zürich und Umgebung (RZU, 2000) an, sie fahren nur zum "Lädelen", kaufen also gar nichts.

Auch aus ökonomischem Kalkül heraus, liesse sich argumentieren, dass eine Branche, die bereits unter hohem Wettbewerbsdruck steht und geringe Margen aufweist, möglichst effizient agiert, während der Einkauf mit dem Privatfahrzeug zum motorisierten Individualverkehr zählt, und dieser grösstenteils überhaupt nicht auf ökonomische Effizienz ausgelegt ist, angefangen bei der Fahrzeugwahl bis zur Fahrzeugbesetzung.

Sehr eindrücklich zeigt sich am Beispiel der Stadt Zürich, dass für einen Vergleich der THG-Emissionen des Onlinehandels und des stationären Handels auf der letzten Meile v. a. die Wahl des Transportmittels für den stationären Einkauf entscheidend ist. Da 53% der Haushalte in der Stadt Zürich über kein Auto verfügen (Basel-Stadt et al., 2017), lässt sich grob sagen, dass sich für die eine Hälfte der Haushalte (die ohne Auto, die den Grossteil ihres Einkaufs mit dem Fahrrad, ÖV oder zu Fuss bewältigen) die CO₂-Bilanz durch die vermehrte Online-Bestellung und Hauslieferung verschlechtert, für die andere Hälfte (Haushalte mit Auto resp. mit ineffizienten Autofahrten zu Einkaufszwecken) würde sich die CO₂-Bilanz mit einem effizienten Logistiksystem verbessern im Vergleich zur eigenen Einkaufsfahrt.

6 Handlungsempfehlungen Smart-City-Logistik Stadt Zürich

Um die z. T. visionären Smart-City-Logistik-Konzepte auf den Weg zu bringen, benötigt es das Zusammenspiel einer Vielzahl von Akteurinnen und Akteuren. In diesem Sinn sind die nachfolgenden Empfehlungen zu verstehen: Nicht als Einzelmassnahmen, sondern als abgestimmter Beitrag, der zusammen mit Massnahmen anderer Anspruchsgruppen einen wichtigen Beitrag leisten könnte in Richtung Smart-City-Logistik.

Es wird auf mögliche Handlungsbeiträge von Städten, Logistikunternehmen und des öffentlichen Verkehrs fokussiert, dies am Beispiel der Stadt Zürich. Auf zwei wichtige Adressatengruppen soll im Folgenden dennoch kurz eingegangen werden, da deren Einfluss z. T. grösser ist als jener der Städte und Unternehmen.

Rolle Regulator

Die letzte Meile kann nicht separat als Herausforderung für Städte und Logistikunternehmen betrachtet werden. Auch eine Studie im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 71 folgert, dass der Stellenwert "der Logistik und des Güterverkehrs in der Verkehrs- und Raumplanung auf allen drei Staatsebenen" erhöht werden sollte (Rapp Trans AG & Interface, 2018). Für Städte ist besonders die enge Zusammenarbeit mit den Kantonen wichtig. Diese können "über den Richtplan oder mittels übergeordneter Konzepte" die Rahmenbedingungen beeinflussen (Rapp Trans AG & GS1 Switzerland, 2018).

In den Gesprächen wurde von den Expertinnen und Experten als wichtigste Einzelmassnahme zur Entschärfung der Verkehrsproblematik die Einführung eines Mobility-Pricing auf Bundesebene genannt, ähnlich der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA). Damit soll die Infrastrukturnutzung einen Preis erhalten und sich die Nutzungsspitzen glätten. Um auch eine Lenkungswirkung im Sinne einer Reduktion des Verkehrs zu erreichen, können die externen Kosten, wie z. B. Klima- und Gesundheitskosten ebenfalls in das Preismodell einbezogen werden. Der Schweizer Bundesrat hat 2015 den Entwurf eines Konzeptberichts Mobility-Pricing in die Vernehmlassung geschickt. Der Stadtrat von Zürich hat sich damals für die Weiterverfolgung dieses Ansatzes ausgesprochen und angeregt, auch den höheren Raumbedarf des motorisierten Individualverkehrs sowie flankierende Lenkungsabgaben wie z. B. eine CO₂-Abgabe in das Konzept mit einzubeziehen (STRB Nr. 785/2015). Gemäss Mitteilung des Bundesrates ist derzeit auf Bundesebene eine Wirkungsanalyse am Beispiel des Kantons Zug in Arbeit. Gestützt auf die Wirkungsanalyse und weitere Untersuchungen wird das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) ab Sommer

2019 Vorschläge für das weitere Vorgehen erarbeiten (UVEK, 2017). Das Mobility-Pricing zielt auf alle Verkehrsarten und Verkehrsmittel. Der Güterverkehr und die Städte wären nicht zuletzt Gewinnerinnen und Gewinner eines solchen Pricingsystems, da die Innenstädte von den Verkehrsspitzen entlastet würden und die Logistik einen Preis erhielte, was wiederum regulierend auf das Verhalten der Konsumentinnen und Konsumenten wirken würde.

Als weitere Massnahme wurde mehr Transparenz bzgl. CO₂-Emissionen genannt. Initiativen in dieser Richtung werden idealerweise ebenfalls auf Bundesebene gesteuert. Beispiele dafür sind die Energieetikette oder die Ernährungsampel.

Regulierung des Staates und eine gesellschaftliche Diskussion sind auch nötig bezüglich des Umgangs mit neuen Technologien, wie beispielsweise autonomen Fahrzeugen. Um Fehlentwicklungen in Richtung Mehrverkehr zu vermeiden, ist vor allem der kollektive Verkehr zu stärken (Abegg, 2018). Vermieden werden sollten Rebound-Effekte im Sinne von Leer- und Mehrfahrten und die Konkurrenzierung der Schiene.

Rolle Endkundschaft

Mit Abstand am meisten Einfluss hat in der gesamten Diskussion um Handel im Wandel und steigendem Paketversand die Endkundschaft. Die Branche hat neue Bedürfnisse geweckt, wie z. B. die Zustellung und den anschliessenden Rückversand von Waren zur Anprobe, welche die Kundschaft gerne annimmt. Alle Fachpersonen sind sich einig, dass diese Entwicklung nicht nachhaltig ist. Allerdings sind sie der Meinung, dass ein freiwilliges Umdenken auf Seiten der Kundschaft und Unternehmen nicht stattfinden oder zu lange dauern wird. Deshalb wird die Einführung einer CO₂-Abgabe auf Treibstoffe befürwortet, so dass die Kosten des Klimawandels internalisiert werden und sich der Markt entsprechend regulieren kann.

6.1 Stadt

Strategisch ist das Thema Güterverkehr in der Stadt Zürich Teil des Programms Stadtverkehr 2025. Dazu sind zwei Massnahmen definiert (vgl. Kap. 1.4). Im aktuellen Jahresbericht finden sich unter dem Titel "Fortschritte 2018 Gewerbe- und Güterverkehr" die folgenden zwei Sätze: "Die Zusammenarbeit mit Unternehmen, die grösseren Lieferverkehr auslösen oder betreiben, wurde weitergeführt. Die Stadt hat sich an der Erarbeitung der Studie des Kantons zum Güterverkehr beteiligt" (Stadt Zürich Tiefbau- und Entsorgungsdepartement, 2019b). Der geringe Umfang der Massnahmen und die kurze Berichterstattung scheint der Bedeutung des Güterverkehrs und der Komplexität der Thematik nicht ganz angemessen. Personell ist das Thema beim Tiefbauamt angesiedelt.

Eine sichtbare Stelle wie beispielsweise in Berlin mit dem Wirtschaftsverkehrsbeauftragten gibt es nicht. Ein Güterverkehrs- und Logistikkonzept ist in der Stadt Zürich zurzeit in Arbeit. Die Verbindung zwischen dem städtischen Smart-City-Programm und der Verkehrsstrategie wurde mit der Aufnahme einer strategischen Planung "Smart Mobility" ins Programm "Stadtverkehr 2025" vorbereitet. Derzeit werden Handlungsfelder und Massnahmen dazu entwickelt.

Da die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteurinnen und Akteure zentral ist und sich auch in den Interviews und im Workshop gezeigt hat, dass eine einheitliche städtische Haltung zu Smart-City-Logistik wünschenswert wäre, ist die erste Handlungsempfehlung zu Händen der Stadt, gemeinsam mit den Anspruchsgruppen eine Smart-City-Logistik-Vision zu entwickeln. Es ist dann Aufgabe der Stadt im Rahmen ihrer Handlungsmöglichkeiten für alle Marktteilnehmenden einheitliche Rahmenbedingungen in diese Richtung zu setzen.

Nach der Entwicklung einer Smart-City-Logistik-Vision wäre eine geeignete Organisationsform zu definieren und ein Aktions- oder Masterplan zum bevorzugten Szenario zu entwickeln. Dies departementsübergreifend und unter Einbindung weiterer Anspruchsgruppen ausserhalb der Stadtverwaltung.

Von den bisherigen Pilotversuchen (vgl. Kap. 4) hat sich der Mikro-Hub-Ansatz als erfolgsversprechend herauskristallisiert. Dieser besteht aus einer möglichst ökologischen Anlieferung auf der Langstrecke, d. h. zwischen den Depots der Kurier-, Express- und Paket-Dienste (KEP) oder einem gemeinsam genutzten stadtnahen Umschlagplatz bis zum Mikro-Depot. Diese Strecke wird heute noch mit konventionellen LKWs zurückgelegt. Erste praktische Versuche sowie wissenschaftliche Begleitung, die Langstrecken-Anlieferung auch innerstädtisch auf die Schiene zu bringen, werden derzeit in Nürnberg mit einem Cargo-Tram durchgeführt. Für die allerletzte Meile vom Mikro-Hub zur Zustelladresse setzt die Branche derzeit auf die Weiterentwicklung der Lastenfahräder. Neben der Tagesauslieferung, die in einigen deutschen Städten bereits nach diesem System praktiziert wird, bietet der neue Markt der Same-Day-Lieferungen Möglichkeiten für ökologische, wirtschaftliche und kooperative Nutzungskonzepte, die gleichzeitig zur verkehrlichen Entlastung beitragen. Die Stadt kann diese unterstützen und entscheidende Weichen für überbetriebliche Lösungen stellen.

Nachfolgend sind für die Unterstützung der einzelnen Smart-City-Logistik-Ansätze (siehe Kap. 4) Handlungsempfehlungen resp. mögliche Massnahmen im Handlungsspielraum der Stadt Zürich aufgeführt. Die Massnahmen wurden nach folgenden Politikinstrumenten gruppiert:

- Planung
- Förderung: via Sensibilisierung und Beitrag von Ressourcen (Zeit, Land, Geld)
- Regulierung

Mögliche Anknüpfungspunkte zu den städtischen Verkehrsbetrieben (VBZ) sind farblich gekennzeichnet.

Die Empfehlungen und möglichen Massnahmen, wie sie aus den Interviews und Fachgesprächen mit den Expertinnen und Experten abgeleitet wurden, sind konsistent mit Ergebnissen aus anderen Studien der letzten Jahre (vgl. (Rapp, Interface & IVT, 2018); (Müller-Steinfahrt et al., 2018); (Rapp Trans AG & Interface, 2018); (Rapp Trans AG & GS1 Switzerland, 2018); (Keiser, 2019). Den Gesprächsteilnehmenden wurde dabei Vertraulichkeit zugesichert, weswegen sie nicht wörtlich zitiert werden.

Generelle Handlungsempfehlungen zu Händen der Stadt um die Entwicklung in Richtung Smart-City-Logistik zu unterstützen

- 1) Mit den Anspruchsgruppen die Vision einer Smart-City-Logistik entwickeln und politische Haltung definieren.
- 2) Beauftragte Stelle bestimmen und das Thema bei den Anspruchsgruppen und in der Öffentlichkeit sichtbar machen.
- 3) Aktions- oder Masterplan zur Smart-City-Logistik entwickeln und Einbezug in die städtische Gesamtverkehrsstrategie und die Smart-City-Strategie sicherstellen; Synergien zwischen den strategischen Planungen "Gewerbe- und Güterverkehr" sowie "Smart Mobility" erarbeiten.

→ Anknüpfungspunkt VBZ: Einsitz in Arbeitsgruppen "Gewerbe- und Güterverkehr" und "Smart Mobility"

Parallel: Sensibilisierung der Bevölkerung bzgl. der "Letzte-Meile"-Thematik, Multimodalität sowie gesamte Logistik- und Konsumkette (Stichwort Suffizienz, vgl. Kap. 1.4).

Mögliches Massnahmenspektrum Umweltfreundliche Auslieferung	Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.
Förderung	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lobbyieren beim übergeordneten Regulator bzgl. orts-, zeit- und auslastungsabhängigem Mobility-Pricing mit Lenkungswirkung im Sinne eines Smart-City-Logistik-Konzepts (effiziente Flächennutzung, Verkehrsreduktion und Klimaschutz) ▪ Lobbyieren beim übergeordneten Regulator auf Ausweitung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) auf leichte Fahrzeuge (Lieferwagen unter 3,5 Tonnen) ▪ Umweltfreundliche, möglichst flächeneffiziente Fahrzeuge fördern (z. B. Lastenfahräder) ▪ Lobbyieren beim übergeordneten Regulator bzgl. vereinfachter Rahmenbedingungen zur Zulassung von neuartigen elektrischen Lasten-Kleinfahrzeugen ▪ Forschungsprojekte z. B. zu autonomem Fahren, Sharing-Modellen, Augmented Reality, Internet-of-Things-Lösungen und intermodalen Echtzeitinformationen unterstützen (z. B. unter Einsatz der neuen Smart-City-Tools) → VBZ: Technologische Möglichkeiten in Richtung Konvergenz Personen- und Güterverkehr testen, z. B. Mitfahren von Lieferrobotern, Kapazitätsanzeigen etc. ▪ Initiieren und lobbyieren für eine Energieeffizienz-Etikette, die den Energieverbrauch der Transportleistung von Sendungen aufzeigt und so energiebewusstes Verhalten fördert 	
Regulierung	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fahrverbote oder Kontingentierung Zufahrtsrechte mit Bevorzugung von "Null"-Emissions-Fahrzeugen ▪ Strassennutzungsgebühren (City-Maut), differenziert nach Tageszeit, Ort (z. B. Innenstadt), Fahrzeugauslastung und Emissionswerten der Fahrzeuge ▪ Pricing von Ladeflächen über die Nutzungsintensität ▪ Siedlungsfreundliche Regulierung für autonome Lieferfahrzeuge erarbeiten 	

Mögliches Massnahmenspektrum Abholmodelle
Planung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bedarfsanalyse und ggf. stadtweites, anbieterneutrales Abholstationen- oder Mikro-Hub-Konzept erarbeiten ▪ Im Rahmen von Gestaltungsplänen und Sonderbauvorschriften die Einrichtung von Abholstationen anregen oder einfordern
Förderung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anbieterneutrale Abholstationen initiieren und ggf. finanziell fördern ▪ Flächenkonzept für überbetriebliche Mikro-Hubs oder Abholstationen erstellen → VBZ: eigenen Beitrag evaluieren ▪ Fläche und Infrastruktur bereitstellen für anbieterneutrale Abholstationen → VBZ: Beitrag leisten, z. B. Flächen an Depots und Haltestellen bereitstellen ▪ Abholstationen in Kooperation mit KEP betreiben → VBZ: Im Rahmen eines Pilotprojekts eine Plattform für den Austausch bieten, um mit den KEP und weiteren Anspruchsgruppen ins Gespräch zu kommen, ihre Bereitschaft und Bedürfnisse kennenzulernen und um Erfahrungen zu sammeln, sowie Interesse am Thema und an der Zusammenarbeit zu signalisieren, ggf. Public-Private-Partnership aufgleisen
Regulierung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewilligungsverfahren für Abholstationen ggf. vereinfachen

Ganzheitliche Kooperationsansätze
<p>Planung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bedarf an Logistikflächen ermitteln und Flächen für Logistiktutzungen sichern; beispielsweise für stadtnahe Umschlagplätze und Mikro-Hubs, mobil wie stationär, ggf. inkl. Kühl- und Tiefkühlflächen ▪ Anbindung der stadtnahen Logistikumschlagplätze und der Mikro-Hubs an das städtische Verkehrsnetz sicherstellen; inkl. Anschlussgleise für ökologischen Transport bis zur Stadtgrenze und von dort zu den Mikro-Hubs (z. B. mit Cargo-Tram) <ul style="list-style-type: none"> → VBZ: Eigenen Beitrag mit Netz und bestehender ÖV-Infrastruktur evaluieren ▪ Datengrundlage Güter- und Gewerbeverkehr bereitstellen
<p>Förderung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Initiativen aus der Privatwirtschaft und der Wissenschaft mit Bezug zu gemeinsamer Nutzungen von Flächen, Transportkapazitäten oder Daten unterstützen ▪ Initiativen zur Warenbündelung und Mikro-Hub-Ansätze der KEP unterstützen (z. B. Public-Private-Partnership) ▪ Flexible Flächennutzungen inkl. hybrider Formate mit wechselnden Nutzungen zu unterschiedlichen Zeiten für Logistik und Handel unterstützen ▪ Attraktives, wohnortnahes, bedarfsgerechtes Ladennetz erhalten und privatwirtschaftliche Initiativen für zeitgemässe Nutzung und Bewirtschaftung unterstützen ▪ Neue Konzepte in Richtung Entmaterialisierung oder Reduzierung der Warenströme unterstützen und lokale Kreislaufwirtschaft stärken ▪ Aufbau attraktiver Multi-Hubs (Kombination von Logistik-, und Handelsnutzungen) prüfen und ggf. initiieren <ul style="list-style-type: none"> → VBZ: eigenen Betrieb von City-Hubs prüfen ▪ Fläche und Infrastruktur bereitstellen für anbieterneutrale Mikro-Hubs <ul style="list-style-type: none"> → VBZ: Beitrag prüfen

Ganzheitliche Kooperationsansätze (Fortsetzung)
<p>Förderung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ (Mikro-)Hubs und/oder Liefertrassen (Schiene, Busspuren) in Kooperation mit KEP betreiben <ul style="list-style-type: none"> → VBZ: Gemeinsam mit KEP und Stadt Bedürfnisse und Möglichkeiten für Trassenfreigabe und Bewirtschaftung für Warentransporte evaluieren ▪ Smart-City-Logistik-Ansätze mit Fokus auf Effizienz des Gesamtsystems initiieren und an Pilotversuchen teilnehmen <ul style="list-style-type: none"> → VBZ Pilotprojekt Langstreckenbeitrag an zweistufiges städtisches Hub-Verteil-System (Cargo-Tram o.ä.) initiieren, um Interesse bei Hochschulen abzuklären, Bedürfnisse der Anspruchsgruppen zu verstehen (z. B. Container-Thematik), mögliche eigene Beiträge zu erkennen und ggf. politischen Auftrag für Warentransport abzuholen; ggf. Machbarkeit Cargo-Tram (o.ä.) prüfen. ▪ Physische, überbetriebliche Plattform für Austausch und Entwicklung von Smart-City-Logistik-Konzepten bieten <ul style="list-style-type: none"> → VBZ: im Rahmen Pilot Abholstation (siehe dort) ▪ Aufbau einer digitalen Smart-City-Logistik-Plattform, z. B. im Sinne einer "Letzte-Meile-Börse" gemeinsam mit Anspruchsgruppen prüfen <ul style="list-style-type: none"> → VBZ: Erfahrung aus Aufbau Mobilitätsplattform Privatverkehr und eigene Transportkapazitäten einbringen
<p>Regulierung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewilligungsverfahren systematisch hinsichtlich Unterstützung von Smart-City-Logistik-Konzepten überprüfen ▪ Regulierungen zu Logistiktutzungen auf öffentlichem Grund ggf. anpassen ▪ Bewirtschaftungskonzept für Güterumschlagplätze festlegen

Sollen drei Massnahmen herausgegriffen werden, die sich aufgrund der Dringlichkeit, Wirksamkeit und schnellen Umsetzbarkeit (in dieser Reihenfolge) ergeben, wären dies:

1) Logistikflächen für Smart-City-Logistik-Konzepte sichern

Dringlich sind planerische Instrumente zur Sicherung von Logistikflächen, da damit die Weichen für die Zukunft gestellt werden und ansonsten wertvolle innerstädtische Flächen nicht mehr für Logistizwecke zur Verfügung stehen. Dies ist bei der Stadt Zürich erkannt und gemäss dem internen Gewerbe- und Güterverkehr-Konzept (Stadt Zürich,

2016a) wird geprüft, ob Logistikstandorte für den Aufbau von City-Hubs am Stadtrandgebiet mittel- bis langfristig gesichert werden können.

2) Physische und digitale Plattform Smart-City-Logistik prüfen

Als hilfreich erweist sich auch alles, was die Kooperation der verschiedenen Akteurinnen und Akteure unterstützt, z. B. eine physische Plattform, da die mangelnde Bereitschaft der KEP zur strategischen Zusammenarbeit bisher das grösste Hindernis für kooperative Lösungen ist. Dies ändert sich gerade: Mit den vermehrten Same-Day-Lieferungen und Plattformlösungen werden neue und innovative Geschäftsmodelle möglich, die auch eine gemeinsame Nutzung von Ressourcen wirtschaftlich und strategisch interessant erscheinen lassen. Der Zeitpunkt für die Stadt Themen zu setzen und gemeinsam mit der Branche stadtverträgliche Lösungen zu entwickeln ist derzeit günstig. Die Stadt wird idealerweise als neutrale Partnerin wahrgenommen und ist in der Lage das nötige Vertrauen zwischen den Marktteilnehmenden herzustellen. Neben dem physischen Austausch ist auch der Aufbau einer unabhängigen digitalen Smart-City-Logistik-Plattform denkbar. Erste Forschungsarbeiten zu einer "Kooperationsplattform für die urbane Güterlogistik" am Beispiel der Stadt Zürich haben bereits stattgefunden (Schmelzer et al., 2017). Für die Weiterentwicklung könnten z. B. die neu geschaffenen Smart-City-Innovationsinstrumente genutzt werden.

3) Umweltfreundliche Fahrzeuge fördern

Kurzfristig sind sicher die Förderung umweltfreundlicher Lieferfahrzeuge eine leicht umsetzbare wirkungsvolle Massnahme zumindest im Hinblick auf das "Null"-Emissionsziel. Das Spektrum ist breit: Es reicht von der finanziellen Förderung für Lastenfahrräder und dem Aufbau von Infrastruktur für Elektro-Mobilität bis zur Bevorzugung dieser Fahrzeuge im Stadtraum, beispielsweise bei Parkierung und Zufahrtsberechtigungen. Erste Fördermassnahmen im Bereich Elektromobilität hat die Stadt Zürich Mitte 2019 beschlossen (Stadt Zürich Departement der Industriellen Betriebe, 2019a). Weitere Massnahmen sind vom Parlament beantragt (z. B. GR-Nr. 4/2018; 134/2018; 215/2019; 250/2019).

6.2 Kurier-, Paket- und Express-Dienste

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, ist der Marktdruck auf die KEP-Branche sehr hoch, so dass jedes Unternehmen für sich im Bereich der konventionellen Zustellfahrten bereits hocheffizient funktioniert. Potential für eine Effizienzsteigerung des Gesamtsystems scheint jedoch vorhanden: Der Anteil Leerfahrten bei den leichten Güterfahrzeugen beträgt immerhin rund 30 % (BFS, 2015). In der Branche herrscht grundsätzlich die Meinung vor, dass die Einführung neuer Technologien durch den Markt getrieben wird und es keine Einschalten des Staates braucht (Rapp Trans AG & Interface, 2018). Nun kommen aber künftig vermehrt kleinere und schnellere Sendungsgrößen und – zumindest mittelfristig – weiterhin eine hohe Anzahl Retouren ins Spiel. Einerseits bemängeln die Expertinnen und Experten diesen konsumgetriebenen nicht-nachhaltigen Trend, andererseits eröffnet er auch neue Geschäftsmöglichkeiten. Allen gemeinsam ist dennoch der Wunsch, dieses zunehmend komplexere System in nachhaltige Bahnen zu lenken. Die Stadt könnte nach Meinung der Branche die Bürgerinnen und Bürger vermehrt sensibilisieren, indem sie auf die Thematik aufmerksam macht und entsprechende Informationen bereitstellt. Gewünscht wird zudem eine Vermittlung zwischen den Akteurinnen und Akteuren (siehe auch Handlungsempfehlungen Stadt zuvor). Auch eine beschleunigte Umstellung auf Elektromobilität, ggf. Lastenfahrräder, oder die Einführung von Mobility-Pricing werden im Sinne der Nachhaltigkeit als Schritte in die richtige Richtung begrüßt. Gleichzeitig wird sich die Branche nicht von selbst dorthin bewegen. Dies macht deutlich, dass die KEP zwar unter den heutigen Rahmenbedingungen und im konventionellen Markt sehr effizient funktionieren, ihr auf Wettbewerb basierendes Geschäftsverständnis für die künftige Entwicklung jedoch keine nachhaltige Lösung bieten kann. Die Weichen in Richtung Nachhaltigkeit müssten vom Regulator gestellt werden, so dass für alle die gleichen Regeln gelten. Dann wäre die Branche durchaus in der Lage sich den neuen Gegebenheiten anzupassen.

Mit verschärften Rahmenbedingungen, der zunehmenden Komplexität des Systems und dem rasanten Wandel auch in der urbanen Kleingüterlogistik, wird ein einzelnes Unternehmen bezüglich Effizienz mehr und mehr an seine Grenze stossen. Eine Lösung könnte Koopetition (siehe Kap. 3.3.3) auf der letzten Meile sein.

Den Interviews ist zu entnehmen, dass neue, innovative Ansätze gefragt sind und eine verstärkte Zusammenarbeit der Logistikunternehmen mit der Gemeinde gewünscht ist, um das bisher Dagewesene (Prozesse, Infrastruktur, Netze) zu überdenken.

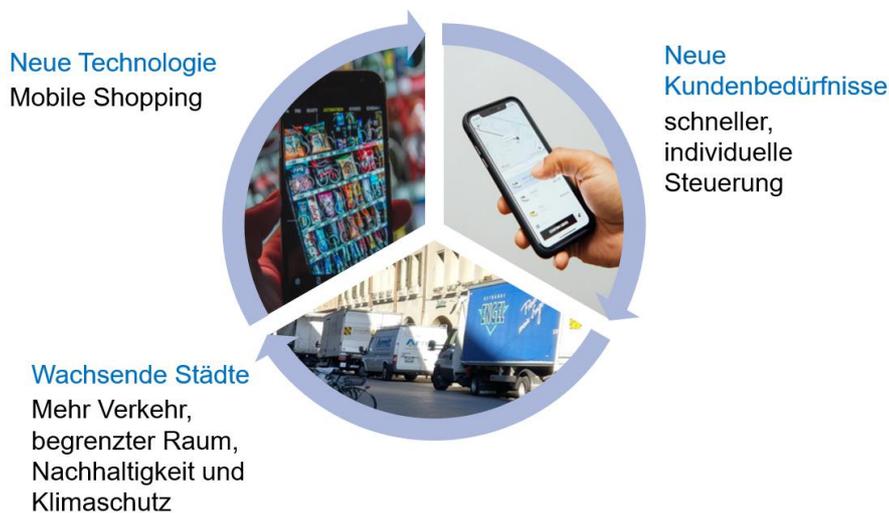
Um das Gesamtsystem effizienter und nachhaltig zu machen, lassen sich die folgenden vier Empfehlungen an die Branche aussprechen:

- 1) Kooperation von KEP und Stadt bei Aufbau und Betrieb von anbieterneutralen Mikro-Hubs und Abholstationen sowie zugehöriger offener Betriebs- und Vermittlungsplattformen.
- 2) Überbetriebliche Zusammenarbeit bei der Auslieferung auf der letzten Meile wo sinnvoll, d. h. wo Bündelungseffekte genutzt und Skaleneffekte erzeugt werden können wie bei Same-Day- und Instant-Delivery.
- 3) Pilotprojekte zu Einsatz und Weiterentwicklung effizienter "Null"-Emissions-Fahrzeuge wie bspw. Lastenfahrrädern.
- 4) Beteiligung an kommunalen Smart-City-Logistik-Konzepten und Pilotprojekten.

7 Fazit und Ausblick

7.1 Fazit

Durch die Digitalisierung sind alle Branchen im Umbruch: Neue Technologien verbreiten sich immer schneller und neue Kundenbedürfnisse entstehen. Im Bereich Handel hat die Möglichkeit des Onlinehandels, insbesondere das Mobile-Shopping, neue Bedürfnisse ausgelöst wie jederzeit und überall bestellen zu können und geliefert zu bekommen. Auch soll die Lieferung bis zum Schluss individuell gesteuert werden können. Dies hat der Branche der Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) einen Aufschwung gebracht, neue Geschäftsmodelle ermöglicht, aber auch die Verkehrsproblematik in den Städten akzentuiert (vgl. Abb. 50).



Bilder (von links oben im Uhrzeigersinn): (unsplash: Felipe Giacomettil); (unsplash: Charles PH); (eigene Aufnahme)
Abb. 50 Treiber Smart-City-Logistik (eigene Darstellung)

Die Umfeldanalyse Handel, Logistik, Verkehr hat die Komplexität des Themas aufgezeigt, das weit über den Onlinehandel hinausgeht und auch gesellschaftliche Fragen aufwirft, z. B. wie Bürgerinnen und Bürger sich künftig mit Gütern versorgen möchten, wie sie ihre Stadt- resp. Quartierszentren gestalten möchten, wo und wie sie Dinge ausprobieren möchten und über welche Kanäle sie letztlich Handel betreiben und Güter geliefert haben möchten. Der gesamte Handel ist im Wandel und es stehen auch bzgl. neuer Verkehrstechnologien wie z. B. dem autonomen Fahren grössere gesellschaftliche Diskussionen an. Gleichzeitig hat die Analyse einen Widerspruch aufgezeigt: Einerseits besteht der kollektive Wunsch nach Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Städten mit hoher Lebensqualität, andererseits ist das individuelle Handeln immer noch stark konsum- und preisgetrieben und weist bzgl. Logistik keine Zahlungsbereitschaft auf.

Die klassischen Wertschöpfungsketten, Kundenbeziehungen und auch Lieferwege werden im Moment disruptiert. Was entsteht ist nur andeutungsweise sichtbar. Was sich abzeichnet ist, dass es eine Vielfalt an neuen Technologien und Möglichkeiten geben wird, damit die Kundinnen und Kunden ihre Bedürfnisse befriedigen können. Auch unser Umgang mit materiellen Produkten wird sich ändern, doch physische Produkte und Waren – und damit auch Transportwege – werden nach wie vor eine Rolle spielen. Die innerstädtischen Handelswege werden sich verändern und die Verkehrsbewegungen sowie die Treibhausgasemissionen werden ohne Gegensteuer ansteigen. Um Lösungen in einem immer unsicherer werdenden Umfeld zu entwickeln und flexibler handeln zu können, setzen die Städte auf das Konzept der Smart City: Es bedeutet, partizipativ nachhaltige, ggf. digital-unterstützte Lösungen zu finden.

Im Bereich der "Letzte-Meile"-Thematik handeln die einzelnen Akteurinnen und Akteure heute weitgehend selbständig gemäss ihrem Geschäftsmodell. Effizienzpotentiale werden nur innerhalb eines Unternehmens ausgeschöpft, nicht über das Gesamtsystem. Die Nachhaltigkeit des Systems ist fraglich, vor allem im Hinblick auf die erwartete Mengenentwicklung und eine Klimaneutralitätsstrategie. Der Preisdruck ist hoch, externe Kosten wie Umwelt- oder Gesundheitskosten sind derzeit nicht internalisiert.

Es gibt eine Vielzahl von Smart-City-Logistik-Ansätzen, die meisten noch in der Pilotphase. Sie sind unterschiedlich wirksam bezüglich der definierten Problemfelder. Dem wirksamsten und derzeit von den Städten favorisierten, möglichst unternehmensübergreifenden, zweistufigen Hub-Modell stehen noch gewisse Hürden entgegen: mangelnde Wirtschaftlichkeit, Notwendigkeit eines kooperativen Vorgehens der Marktteilnehmenden sowie die Sicherung entsprechender Logistikflächen.

Inwieweit der Klimaschutz ein Treiber für die Einführung von Smart-City-Logistik-Modellen sein könnte, wurde für Zürich am Beispiel der derzeit auf fossilen Treibstoffen basierenden Paketpost untersucht. Diese verzeichnet mit dem wachsenden Onlinehandel seit Jahren und auch in Zukunft ein steigendes Volumen.

Der Blick auf die THG-Emissionen der letzten Meile in der Stadt Zürich hat folgende zentralen Erkenntnisse aus der Analyse und den Gesprächen mit den Expertinnen und Experten bestätigt:

- 1) Aus städtischer Sicht ist die Relevanz der letzten Meile im Hinblick auf die derzeitige Entwicklung ein Flächenthema, kein Klimathema. Denn bei weitem der meiste Verkehr, die meisten Fahrten und somit auch der weitaus grösste Anteil der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen im städtischen Raum, werden durch den motorisierten Individualver-

kehr verursacht. Die THG-Emissionen privater Einkaufsfahrten übersteigen die der Paketpost um Faktor 20. Der erwartete Anstieg der Paketpost wird die Verkehrsproblematik im schon sehr begrenzten urbanen Raum weiter akzentuieren.

2) Aus Klimaperspektive hat der Güterverkehr nur einen geringen Anteil von rund 2% aller städtisch verursachten CO₂-Emissionen (ohne Konsum). Davon werden durch den Online-Handel (Teil Paketpost) geschätzte 6% verursacht. Dieser Anteil wird durch die vermehrten ineffizienten Same-Day- und Instant-Lieferungen wachsen und ist unter der aktuell geforderten Zielsetzung der Klimaneutralität nicht zu vernachlässigen.

Beim Güterverkehr ist zudem – im Gegensatz zu anderen Bereichen wie beispielsweise dem Konsumbereich oder dem motorisierten Individualverkehr – der Handlungsspielraum und auch die politische Akzeptanz, das System in eine nachhaltige Richtung zu lenken, noch relativ gross. Dies, da mit wenig Einschränkung der Servicequalität doch ein gewisses Potential an Fahrtenreduktion ausgeschöpft werden kann.

Als wichtigste Einzelmassnahme zur Entschärfung der Verkehrsproblematik gilt die Einführung eines Mobility-Pricing mit flankierenden Lenkungsmaßnahmen, wie z. B. einer CO₂-Abgabe auf fossile Treibstoffe, das idealerweise national umgesetzt wird.

Doch auch die Stadt Zürich und ihrer Verkehrsbetriebe können die Entwicklung in Richtung Smart-City-Logistik unterstützen. Besonders dringlich sind planerische Massnahmen, wie die Sicherung von Logistikflächen. Hilfreich ist alles, was die Kooperation der verschiedenen Akteurinnen und Akteure unterstützt. Weiter könnten ökologische, flächeneffiziente Fahrzeuge, wie z. B. Cargo-Bikes in verschiedener Hinsicht vermehrt gefördert werden. Für die Verkehrsbetriebe gibt es grundsätzlich drei Hauptanknüpfungspunkte an mögliche stadtweite Smart-City-Logistik-Konzepte:

- 1) Mikro-Hubs oder Abholstationen an zentralen Orten
- 2) Trassenfreigabe für Warentransport
- 3) Langstreckenbeitrag an ein zweistufiges Hub-Verteilsystem (z. B. Cargo-Tram)

Alle Massnahmen müssen in die städtische Gesamtverkehrsstrategie integriert sein. Auch wenn heute noch nicht alle rechtlichen und technologischen Rahmenbedingungen absehbar sind, kann die VBZ in ihrem Handlungsbereich Themen setzen, ein Umdenken bewirken und eine Diskussion anstossen. Dazu würde sich in einer ersten Phase z. B. ein Pilotprojekt zu Abholstationen an Haltestellen anbieten. Die VBZ, als neutrales Unternehmen mit viel know-how im Transportbereich und unterwegs im Dienste der Öffentlichkeit, könnte an einem konkreten Projekt zusammen mit weiteren Unternehmen und

der Bevölkerung den Handlungsbedarf und die Umsetzbarkeit klären und gleichzeitig eine Plattform für Austausch und Ausprobieren bieten.

Ganz im Sinne der Smart-City-Strategie gilt es in vernetzter Zusammenarbeit Ideen auch über das Bekannte hinaus auszuprobieren und agil voranzutreiben: "Fortschritt entsteht, wenn in der Realität Neues unmittelbar mit der Gesellschaft ausprobiert wird" (ARE, 2019b).

7.2 Ausblick

Letztlich wird die Entwicklung in Richtung Smart-City-Logistik in Wechselwirkung mit dem Wandel im Handel stattfinden. Sind beispielsweise die nötigen logistischen Strukturen für eine ökologische, bequeme Abholung oder Lieferung vorhanden, hat die Kundenschaft überhaupt erst die Möglichkeit dazu, diese zu nutzen. Dies wiederum könnte die Tendenz zu mehr Onlinehandel verstärken, was die Einrichtung weiterer ökologischer Strukturen oder ein neues City-Logistik-Konzept zur Folge haben könnte. Abbildung 51 zeigt, wie der zunehmende Onlinehandel die Städte früher oder später zum Umdenken auch in der Stadtlogistik zwingen könnte. Inwieweit diese Entwicklung in die aufgezeigte nachhaltige Richtung läuft, ist vom erfolgreichen Zusammenspiel aller Akteurinnen und Akteure abhängig.



Abb. 51 Gegenseitige Weiterentwicklung von Onlinehandel und City-Logistik (eigene Darstellung)

Wandel passiert kontinuierlich. Manches ist bereits klar absehbar, anderes, insbesondere disruptive Technologien, sind ebenfalls sichtbar. Ihre Entwicklung, Ausbreitung, ge-

sellschaftliche Akzeptanz und Auswirkungen können aber schwieriger eingeschätzt werden. Wichtig ist, "dass der Wandel nicht einfach passiert, sondern aktiv gestaltet wird" (SSV, 2019a).

Die Stadt hat viel Einfluss auf Handel, Logistik und Verkehr. Indem sie ihre Rolle in diesem Wechselspiel aktiv wahrnimmt, kann sie die gesellschaftliche Meinung überhaupt erst auf dieses Themenspektrum lenken, den gesellschaftlichen Diskurs anstossen, disruptiven Technologien und Geschäftsmodellen aktiv begegnen und eine Richtungsänderung hin zu mehr Nachhaltigkeit beschleunigen.

Literaturverzeichnis

- Abegg, C. (2018). Städte und Agglomerationen mit Hoffnungen und Befürchtungen. *SSV focus*, (6/18), 3. Verfügbar unter https://staedteverband.ch/cmsfiles/focus_6-18_d.pdf?v=20191011110826&v=20191011110826
- Abegg, C., Girod, C., Fischer, K., Pahud, N., Raymann, L. & Perret, F. (2018). *Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3d «Städte und Agglomerationen»* (Basler Fonds, Schweizerischer Städteverband und weitere Partner, Hrsg.). EBP Schweiz AG. Verfügbar unter https://www.ebp.ch/sites/default/files/project/uploads/2018-08-30%20aFn_3d%20St%C3%A4dte-Agglomerationen%20Schlussbericht_1.pdf
- Alibaba Group. (2018). *Alibaba's Tmall Unveils the First New Retail Megastore for INTERSPORT*. Verfügbar unter <https://www.alibabagroup.com/en/news/article?news=p180529b>
- Arcadis. (2019). *2018 Sustainable Cities Index*. Verfügbar unter <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-index-2018/citizen-centric-cities/>
- ARE (Hrsg.). (2016). *Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040. Hauptbericht*. Verfügbar unter https://www.are.admin.ch/dam/are/de/dokumente/verkehr/publikationen/Verkehrsperspektiven_2040_Hauptbericht.pdf.download.pdf/Verkehrsperspektiven_2040_Hauptbericht.pdf
- ARE (Hrsg.). (2019a). *B3: Metropolitanräume. Tabelle B3*. Verfügbar unter <https://www.are.admin.ch/are/de/home/staedte-und-agglomerationen/grundlagen-und-daten/monitoring-urbaner-raum/b3--metropolitanraeume.html>
- ARE. (2019b). *Swiss Transit Lab: Von der Smart Mobility zur Smart City – Wie Projekte in Form einer Public-Private-Partnership (PPP) aufgleisen?* Verfügbar unter <https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/strategie-und-planung/mobilitaet/opensessions.html#-879890647>
- BAFU. (2019). *Klima: Das Wichtigste in Kürze*. Verfügbar unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/inkuerze.html>
- Basel-Stadt, M., Stadt Bern, Stadt Luzern, Stadt St. Gallen, Stadt Winterthur & Stadt Zürich (Hrsg.). (2017). *Städtevergleich Mobilität*. Verfügbar unter <https://www.stadt->

zuerich.ch/ted/de/index/taz/publikationen_u_broschueren/staedtevergleich_mobilitaet_2015.html

- BFE. (2018). *Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz*. Verfügbar unter <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energiestrategie-2050/erstes-massnahmenpaket/massnahmen-zur-steigerung-der-energieeffizienz.html>
- BFS (Hrsg.). (2015). *Güterverkehr in der Schweiz*. Neuchâtel. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/347846/master>
- BFS (Hrsg.). (2017a). *Verkehrsverhalten der Bevölkerung. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015*. Neuchâtel. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/personenverkehr/verkehrsverhalten.assetdetail.1840477.html>
- BFS (Hrsg.). (2017b). *Verkehrsverhalten der Bevölkerung, Synthesetabellen. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015*. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabellen.assetdetail.2503927.html>
- BFS (Hrsg.). (2018a). *E-Commerce in der Schweiz 2010-2017*. Neuchâtel. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen.assetdetail.6226863.html>
- BFS (Hrsg.). (2018b). *Güterverkehr in der Schweiz 2017*. Neuchâtel. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen.assetdetail.6706830.html>
- BFS (Hrsg.). (2019a). *Bevölkerung*. Neuchâtel. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen.assetdetail.7846584.html>
- BFS. (2019b). *CO₂-Emissionen des Verkehrs nach Verkehrsmittel*. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/unfaelle-umweltauswirkungen/umweltauswirkungen.assetdetail.8186509.html>
- BFS (Hrsg.). (2019c). *Fahrzeuggestellungen und Fahrleistungen im Güterverkehr. Tabelle T 11.5.1.1*. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr/leistungen.assetdetail.8986152.html>
- BFS. (2019d). *Leichte Strassengüterfahrzeuge (bis 3,5 Tonnen)*. Verfügbar unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr/leichte-strassengueterfahrzeuge.html>

- Blanck, R., Hacker, F., Heyen, D. A. & Zimmer, W. (2017). *Mobiles Baden-Württemberg. Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität* (Baden-Württemberg Stiftung, Hrsg.). Verfügbar unter <https://www.bwstiftung.de/mobiles-bw/>
- Bogdanski, R. (2017). *Innovationen auf der letzten Meile Bewertung der Chancen für die nachhaltige Stadtlogistik von morgen. Nachhaltigkeitsstudie 2017 im Auftrag des Bundesverbandes Paket und Expresslogistik e.V. (BIEK)* (BIEK, Hrsg.). Berlin. Verfügbar unter <https://www.biek.de/publikationen/studien.html>
- Bogdanski, R. (2019). *Quantitative Untersuchung der konsolidierten Zustellung auf der letzten Meile* (BIEK, Hrsg.). Berlin. Verfügbar unter <https://www.biek.de/publikationen/studien.html>
- Bogdanski, R. & Bayer, M. (2018). Nürnberger Mikro-Depot-Konzept in der KEP-Branche: Übertragbarkeit auf andere Städte und Integration von innovativen Same-Day-Delivery-Konzepten. In *Vorlauftforschung 2016/2017 der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm* (S. 134–147). Technische Hochschule Nürnberg. Verfügbar unter https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/thn_forschung-innovation/Vorlauftforschung/2017/1_MikroDepotKonzept.pdf
- Breithut, J. (2011). *Pril-Wettbewerb endet im PR-Debakel*, Spiegel Online. Verfügbar unter <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/soziale-netzwerke-pril-wettbewerb-endet-im-pr-debakel-a-763808.html>
- Bundesvereinigung Logistik. (2019). *Logistik Definition*. Zugriff am 09.09.2019. Verfügbar unter <https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/logistikdefinitionen>
- Cargo sous terrain. (2019). *Was ist CST? City-Logistik*. Verfügbar unter <https://www.cst.ch/was-ist-cst/>
- Carvelo2go. (2019). *Was ist carvelo2go?* Verfügbar unter <https://www.carvelo2go.ch/de/>
- Cox, B. & Bauer, C. (2018). *Hintergrundbericht Umweltauswirkungen von Personenwagen: heute und morgen* (PSI, Hrsg.). Verfügbar unter <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/9459>
- CubeBreaker. (2019). *Urban Delivery System Could Revolutionize Cities*. Verfügbar unter <http://www.cubebreaker.com/link-delivery-solution/>
- Daimler. (2019). *Der Mercedes-Benz Vision Van. Intelligent vernetztes Zustellfahrzeug der Zukunft*. Verfügbar unter <https://www.daimler.com/innovation/specials/vision-van/>

- Dauderstädt, P. (2019). *New Business Models*. HTW Chur EMBA Digital Transformation HS 2018/2019.
- Déboret, N. (2019). *Elektrische Lieferwagen für die Paket- und Briefzustellung*, Die Post. Verfügbar unter <https://post-medien.ch/elektrische-lieferwagen-fuer-die-paket-und-briefzustellung/>
- Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel Stadt, Amt für Wirtschaft und Arbeit. (2018). *City Hub Basel auf dem Wolf gestartet. Newsletter für Basler Unternehmen*. Verfügbar unter https://www.awa.bs.ch/ueber-uns/aktuell/newsletter/archiv/newsletter-2018-06/nl-2018-06_02_city-hub-basel-auf-dem-wolf-gestartet.html
- Der Bundesrat. (2019). *Bundesrat will bis 2050 eine klimaneutrale Schweiz*. Verfügbar unter <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-76206.html>
- Deutsche Post DHL Group. (2017). *City-Hub: DHL testet Lastenfahrräder mit Containern für eine umweltfreundliche Zustellung in Frankfurt*. Verfügbar unter <https://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2017/city-hubdhl-testet-lastenfahrraeder-umweltfreundliche-zustellung.html>
- Die Post. (2017). *Neue Einsätze für die Lieferroboter der Post*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/ueber-uns/aktuell/news/2017/neue-einsaetze-fuer-die-lieferroboter-der-post>
- Die Post. (2018). *Post testet neuen Ansatz in der Citylogistik*. Verfügbar unter <https://www.logistikpunkt.ch/de/pages/news/2018/post-testet-neuen-ansatz-in-der-citylogistik>
- Die Post. (2019a). *Drohnen. Längst keine Vision mehr*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/ueber-uns/innovation/innovationen-in-entwicklung/drohnen#drohneneinsatz>
- Die Post (Hrsg.). (2019b). *Geschäftsbericht 2018*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/ueber-uns/aktuell/geschaeftsbericht>
- Die Post. (2019c). *Modernste Technologie erleben. Die Paketzentren der Post*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/ueber-uns/portraet/besucherfuehrungen/paketzentren>
- Die Post. (2019d). *Zustellzeitfenster*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/geschaeftsloesungen/zustellzeiten/zeitfensterzustellung>

- Die Post. (2019e). *In 20 Jahren 3'100'000'000 Pakete verarbeitet*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/ueber-uns/aktuell/news/2019/in-20-jahren-3100000000-pakete-verarbeitet>
- Dorbritz, R., Cavallasca, L. & Suter, C. (2019). *Netzlängen im Vergleich*, Stadt Zürich Tiefbau- und Entsorgungsdepartement. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/verkehr/webartikel/webartikel_netzlaenge.html
- Dutch Institute for Advanced Logistics. (2019). *Cargo Hitching*. Verfügbar unter <https://www.dinalog.nl/en/project/cargo-hitching/>
- ECC Köln (Hrsg.). (2018). *7 Thesen zur Zukunft der Zustelllogistik - Reloaded*. Verfügbar unter https://newsroom.hermesworld.com/wp-content/uploads/2018/11/ECC-K%C3%B6ln_Hermes_2018__Thesenpapier_Thesen-zur-Zukunft-der-Zustelllogistik-Reloaded.pdf
- Efficacity. (2018). *Testing TramFret on the Saint-Etienne tram network*. Verfügbar unter <https://www.efficacity.com/wp-content/uploads/2018/01/18-EN.pdf>
- Embassy of Switzerland in Japan. (2019). *Yamato and Rakuten to test delivery robots on Japan's public roads*. Verfügbar unter <https://stofficetokyo.ch/news/robotics/yamato-and-rakuten-to-test-delivery-robots-on-japans-public-roads>
- Engagement Migros. (2019). *City Logistics by ImagineCargo*. Verfügbar unter <https://www.engagement-migros.ch/en/pioneers/imaginecargo>
- Esser, C., Meier, B. & Randerath, A. (2018). *Frontal21 deckt auf -Amazon vernichtet massenhaft Neuware*, ZDF. Verfügbar unter <https://www.zdf.de/nachrichten/heute/amazon-vernichtet-massenhaft-retouren-100.html>
- ETH Zürich. (2019). *NSL Colloquium: Current Challenges for Logistics*. Verfügbar unter https://www.nsl.ethz.ch/wp-content/uploads/2018/04/Logistics_Abstracts_Bios.pdf
- Ewz (Hrsg.). (2019). *Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht 2018*. Zürich. Verfügbar unter https://www.ewz.ch/content/dam/ewz/GNB/geschaeftsberichte/ewz_GNB_2018.pdf
- Fäh, M. (2018). *Technologische Trends. Gartner Hype Cycle*. HTW Chur EMBA Digital Transformation HS 2018/2019.
- Ford, D. (2019). *Hype Cycle for Digital Commerce, 2019*, Gartner. Verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/documents/3955936>
- Forsey, C. (2018). *7 Innovative Ways Retailers Are Using Beacon Technology*, HubSpot. Verfügbar unter <https://blog.hubspot.com/marketing/beacon-technology>

- Frankfurter Allgemeine. (2019). *Warentransport per Straßenbahn*. Verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/rhein-main/frankfurter-logistiktram-absolviert-testphase-16183269.html>
- Friebel, K. (2019). *Mobile Marketing als Gamechanger*. HTW Chur EMBA Digital Transformation HS 2018/2019.
- Fritzsche, D. (2019, 25. Februar). "Das Auto wird nicht aussterben, dafür ist es viel zu praktisch". ETH-Professor Kay W. Axhausen sagt Umwälzungen im Stadtverkehr aufgrund der Digitalisierung voraus. *NZZ*, Nr. 46.
- Fuest, B. (2015). *Womit Amazon sein Geld wirklich verdient*, Welt online. Verfügbar unter <https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article144425961/Womit-Amazon-sein-Geld-wirklich-verdient.html>
- Futurezone. (2019). *Studie: Selbstfahrende Privatautos führen zu mehr Verkehr*, ETH Zürich Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme. Verfügbar unter <https://www.ivt.ethz.ch/info/news/2019/06/selbstfahrende-privatautos.html>
- GDI. (2019). *Das Ende des Konsums*. Verfügbar unter <https://www.gdi.ch/de/publikationen/studien-buecher/das-ende-des-konsums>
- GEM. (2019). *Anaheim Debuts Unique, All-Electric Microtransit Service*. Verfügbar unter <https://gem.polaris.com/en-us/articles/news/anaheim-debuts-unique-all-electric-microtransit-service/>
- Hasenmaile, F., Hoffer, B., Rieder, T., Walthert, F., Boppart, S. & Lazic, S. (2018). *Schweizer Immobilienmarkt 2018. Konjunktur kommt wie gerufen* (Credit Suisse, Hrsg.). Zürich. Verfügbar unter <https://www.credit-suisse.com/ch/de/articles/private-banking/schweizer-immobilienmarkt-2018-aufschwung-kommt-wie-gerufen-201802.html>
- Hawkins, A. J. (2019). *Thousands of autonomous delivery robots are about to descend on US college campuses*, The Verge. Verfügbar unter <https://www.the-verge.com/2019/8/20/20812184/starship-delivery-robot-expansion-college-campus>
- Heinick, H. (2018). *Onlineumsatz knapp 58 Milliarden Euro - Deutschland belegt Platz 2 der EU*, IFH Köln. Verfügbar unter <https://www.ifhkoeln.de/blog/details/onlineumsatz-knapp-58-milliarden-euro-deutschland-belegt-platz-2-in-der-eu/>.
- Heiniger, B. (2019). *Alibaba plant ein riesiges Logistikzentrum in Europa*, Handelszeitung. Verfügbar unter <https://www.handelszeitung.ch/unternehmen/alibaba-plant-ein-riesiges-logistikzentrum-europa>

- Hofer, M., Raymann, L. & Perret, F. (2018). *Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz. Schlussbericht Modul 3f "Güterverkehr / City Logistik (Strasse)"* (BaslerFonds & Schweizerischer Städteverband, Hrsg.). Verfügbar unter <https://www.ebp.ch/de/projekte/studie-zum-einsatz-automatisierter-fahrzeuge-im-alltag>
- House of Logistics & Mobility. (2018). *UPS-Deutschland-Chef zieht erste positive Bilanz des Modellprojekts "Mikrodepot"*. Verfügbar unter <https://www.frankfurt-holm.de/de/holm-interview-mit-ups-deutschland-chef-frank-sportolari-das-modell-mikrodepot-funktioniert>
- Hudec, J. & Baumgartner, F. (2019, 4. März). Gescheitert an Gesetz und Bevölkerung. Die Post war in der Stadt Zürich mit einem Test autonomer Lieferroboter nicht erfolgreich. *NZZ*, Nr. 52.
- Hungenberg, H. (2014). *Strategisches Management in Unternehmen. Ziele - Prozesse - Verfahren* (8., aktualisierte Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-06681-9>
- IMD & SUTD (Hrsg.). (2019). *Smart City Index*. Verfügbar unter <https://www.imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index/>
- Inbar, O. (2019). *Enter the Next Dimension With Spatial Computing*, Columbia Business School. Verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=TQzaMJUi-U8>
- Infocomm Media Development Authority. (2016). *Urban Logistics for Urban Living in a Smart Nation. Factsheet*, National Archives of Singapore. Verfügbar unter [http://www.nas.gov.sg/archivesonline/data/pdfdoc/20161128003/\(FACT-SHEET\)%20URBAN%20LOGISTICS%20FOR%20URBAN%20LIVING%20IN%20A%20SMART%20NATION.pdf](http://www.nas.gov.sg/archivesonline/data/pdfdoc/20161128003/(FACT-SHEET)%20URBAN%20LOGISTICS%20FOR%20URBAN%20LIVING%20IN%20A%20SMART%20NATION.pdf)
- Jenni, U. (2018). *New Service Development*. HTW Chur EMBA Digital Transformation HS 2018/2019.
- Joerss, M., Schröder, J., Neuhaus, F., Klink, C. & Mann, F. (2016). *Parcel delivery. The future of last mile* (Mc Kinsey&Company, Hrsg.). Verfügbar unter https://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/industries/travel%20transport%20and%20logistics/our%20insights/how%20customer%20demands%20are%20reshaping%20last%20mile%20delivery/parcel_delivery_the_future_of_last_mile.ashx

- Jucker, S., Christen, A., Fuhrer, M. & Hotz, M. (Januar 2019). *Schweizer Detailhandel im internationalen Wettbewerb. Retail Outlook 2019* (Credit Suisse AG, Hrsg.). Verfügbar unter <https://www.credit-suisse.com/ch/de/unternehmen/unternehmen-unternehmer/aktuell/schweizer-detailhandel-ist-keine-insel-wettbewerbsdruck-nimmt-zu.html>
- Kalluri, L. (2019). *Amazon's Well-Oiled Machine*, Gartner. Verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/marketing/insights/daily-insights/amazons-well-oiled-machine>
- Kazuaki, N. (2018). *Yamato and DeNa test autonomous delivery system in Japan*. Verfügbar unter <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/04/24/business/tech/yamato-dena-test-autonomous-delivery-system-japan/#.XYjDzygzY2w>
- Keiser, A. (2019). *Standortanforderungen und räumliche Auswirkung von Micro-Hubs*. Projektarbeit 1, Frühjahrssemester 2019. HSR Hochschule für Technik Rapperswil.
- Kessler, P. & Giuriato, L. (VSV, GfK, Post, Hrsg.). (2019). *Online- und Versandhandelsmarkt Schweiz 2018*. Verfügbar unter https://www.gfk.com/fileadmin/user_upload/dyna_content/CH/documents/Medienmitteilungen_2019/Grafiken_Distanzhandels-schaetzung_2018_MK_28.2.19.pdf
- KoMoDo. (2019a). *Faktenblatt*. Verfügbar unter www.komodo.berlin
- KoMoDo. (2019b). *Paketauslieferung per Lastenrad erfolgreich erprobt*. Verfügbar unter www.komodo.berlin/projektergebnisse
- König, Y. (2019). *Innovative Taktgeberin auf der letzten Meile*. Mobilitätssalon 2019, Bern.
- Lang, T. (2019a). *Die umsatzstärksten Schweizer Onlineshops 2019*, carpathia. Verfügbar unter <https://blog.carpathia.ch/2019/07/04/die-umsatzstaerksten-schweizer-onlineshops-2019/>
- Lang, T. (2019b). *Zalando in Zahlen: Schweizer Umsatz wächst auf CHF 785 Mio (+15%) und Pakete auf über 20 Mio (ca. +25%) [Schätzung]*, carpathia. Verfügbar unter <https://blog.carpathia.ch/2019/02/07/zalando-schweiz-umsatz-pakete-2018-schaetzung/>
- Laseter, T., Tipping, A. & Dulven, F. (2018). The Rise of the Last-Mile Exchange. *strategy+business*, (issue 92).

- Lewrick, M., Link, P. & Leifer, L. (2018). *Das Design Thinking Playbook. Mit traditionellen, aktuellen und zukünftigen Erfolgsfaktoren* (2. überarbeitete Auflage). Zürich: Versus.
- Liu, V., Kupermann Le Bihan, T. & Berntz, I. (Gartner, Hrsg.). (2019). *Hype Cycle for Transportation Industry, 2019*. Verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/documents/3953714>
- Mauch, L. (2017, November). *Innenstadt-Logistik. Mikro-Hubs in Stuttgart*. Bundeskongress Öffentliche Infrastruktur 2017, Berlin. Verfügbar unter <https://docplayer.org/133956270-Innenstadt-logistik-mikro-hubs-in-stuttgart.html>
- McFarland, M. (2019). *Amazon to buy 100,000 electric vans as part of broader climate pledge*, CNN Business. Verfügbar unter <https://edition.cnn.com/2019/09/19/tech/amazon-climate-pledge/index.html>
- Migros. (2018). *Flexibles Einkaufen mit PickMup-Boxen*. Verfügbar unter <https://www.migros.ch/de/unternehmen/medien/mitteilungen/show/news/medienmitteilungen/2018/flexibles-einkaufen-mit-pickmup-boxen.html>
- Mobility Solutions AG. (2016). *Post testet selbstfahrende Lieferroboter*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/ueber-uns/aktuell/news/2016/post-testet-selbstfahrende-lieferroboter>
- Mobility Solutions AG. (2019). *Post übernimmt Mehrheit des Schweizer Technologieunternehmens «notime»*. Verfügbar unter <https://www.post.ch/de/ueber-uns/aktuell/news/2018/post-uebernimmt-mehrheit-des-schweizer-technologieunternehmens-notime>
- Mobitool (Hrsg.). (2016). *mobitool-Faktoren. Die Excel-Datenbank mit aufbereiteten ecoinvent-Umweltdaten und Emissionsfaktoren*. Verfügbar unter <https://www.mobitool.ch/de/tools/mobitool-faktoren-25.html>
- Müller-Steinfahrt, U., Walker, P., Weber, D., Böhringer, M., Klug, A.-L., Uz, T. et al. (2018). *Teilkonzept Urbane Logistik im Rahmen des Green-City Plans Würzburg* (Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Hrsg.). Verfügbar unter <https://www.wuerzburg.de/themen/umwelt-verkehr/saubermobil/green-city/index.html>
- Notime Blog. (2017). *Der PickupPoint am HB Zürich: Online-Bestellungen dorthin liefern lassen, wo Ihre Kunden täglich vorbeikommen*. Verfügbar unter <https://blog.notime.ch/post/2017/04/06/der-pickuppoint-am-hb-zurich-online-bestellungen-dorthin-liefern-lassen-wo-ihre-kunden-taglich-vorbeikommen.aspx>

- Nuro. (2019). *The self-driving vehicle made for local goods transportation*. Verfügbar unter <https://nuro.ai/product>
- Oelmann, W. (2014). *Die Dresdner Güterstraßenbahn – Ein System für alle Fälle?*, Dresdner Verkehrsbetriebe AG. Verfügbar unter <https://www.dvb.de/-/media/files/die-dvb/dvb-vortrag-cargotram.pdf>
- Olivieri, L. (2019). *Güterverkehrskonzept Basel-Stadt*. Mobilitätssalon 2019, Bern. Verfügbar unter <https://mobilsalon.ch/programm/>
- ORF Steiermark. (2017). *Post testet in Graz Paketroboter*. Verfügbar unter <https://steiermark.orf.at/v2/news/stories/2873867/>
- Padovanet. (2015). *"Cityporto": per una nuova distribuzione urbana delle merci*. Verfügbar unter <http://www.padovanet.it/informazione/cityporto-una-nuova-distribuzione-urbana-delle-merci>
- Panetta, K. (2018). *Widespread artificial intelligence, biohacking, new platforms and immersive experiences dominate this year's Gartner Hype Cycle.*, Gartner. Verfügbar unter <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>
- Postauto. (2019). *Projekt «SmartShuttle»*. Verfügbar unter <https://www.postauto.ch/de/projekt-smartshuttle>
- Radunski, M. (2019). *Im Warenhaus der Zukunft. Shopping in Peking.*, Credit Suisse. Verfügbar unter <https://www.credit-suisse.com/about-us-news/de/articles/news-and-expertise/the-department-store-of-the-future-shopping-in-beijing-201907.html>
- Randelhoff, M. (2018). *Organisatorische, technische und stadträumliche Ansätze zur Bewältigung des steigenden Paketaufkommens im städtischen Umfeld*, Zukunft Mobilität. Verfügbar unter <https://www.zukunft-mobilitaet.net/168827/konzepte/organisatorische-technische-und-stadtraeumliche-ansaetze-zur-bewaeltigung-des-steinenden-paketaufkommens-im-staedtischen-umfeld/?highlight=hamburg%20mikro-hub>
- Rapp, Interface & IVT. (2017). *Energieeffiziente und CO2-freie urbane Logistik. Vision 2050* (NFP71, Hrsg.). Verfügbar unter http://www.nfp71.ch/SiteCollectionDocuments/NFP71_Energie_effiziente_und_CO2-freie_urbane_Logistik_Vision_2050_15.12.2017.pdf
- Rapp, Interface & IVT. (2018). *Nationales Forschungsprogramm NFP 71 Energieeffiziente und CO2-freie urbane Logistik. Aktionsplan* (NFP71, Hrsg.). Zürich. Verfügbar unter http://www.nfp71.ch/SiteCollectionDocuments/NFP71_Aktionsplan.pdf

- Rapp Trans AG & GS1 Switzerland. (2018). *Smarte Rahmenbedingungen und Standards für Innovative letzte Meile-Angebote - ILMA+* (Metropolitankonferenz Zürich, Hrsg.). Verfügbar unter http://www.metropolitankonferenz-zuerich.ch/files/Metro/user_upload/Dokumente/ThemaKooperationsprogramm/MKZ_Abschlussbericht%20ILMA+.pdf
- Rapp Trans AG & Interface (Hrsg.). (2018). *Intelligente urbane Logistik. Einblicke in das Projekt "Energieeffiziente und CO2-freie Urbane Logistik" im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramm 71*. Verfügbar unter <http://www.nfp71.ch/de/projekte/modul-3-transport-mobilitaet/projekt-ruesch>
- Robotics Business Review. (2019). *Boxbot Launches Last-Mile, Self-Driving Parcel Delivery System*. Verfügbar unter <https://www.roboticsbusinessreview.com/supply-chain/boxbot-launches-last-mile-self-driving-parcel-delivery-system/>
- Rüegg-Stürm, J. (2005). *Das neue St. Galler Management-Modell. Grundkategorien einer integrierten Managementlehre ; der HSG-Ansatz* (10. Nachdr. d. 2. durchgesehenen u. korr. Aufl. 2003). Bern: Haupt.
- Rüffer, R. (2018), Frankfurter Neue Presse. Verfügbar unter <https://www.fnp.de/frankfurt/pakete-kommen-frankfurt-jetzt-tram-10366789.html>
- RZU (Hrsg.). (2000). *Mobilitätsverhalten Einkaufs- und Freizeitverkehr Glattal*. Verfügbar unter https://www.rzu.ch/files/Publikationen%20RZU/080_einkaufsverkehr.pdf
- SBB. (2017). *Pickup-Points für Paketabholung auf drei weitere Bahnhöfe ausgedehnt*. Verfügbar unter <https://news.sbb.ch/medien/artikel/74210/pickup-points-fuer-paket-abholung-auf-drei-weitere-bahnhoefe-ausgedehnt>
- Schenkel, W., Bernegg, A., Laueremann, L. & Polinna, C. (2017). *Handel im Wandel* (Stadt Zürich Stadtentwicklung, Hrsg.). Zürich, Berlin. Verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/stadtentwicklung/stadt-der-zukunft/handel-im-wandel/Szenarien.html>
- Schmelzer, H., Hollenstein, L., Bütikofer, S., Steiner, A., Wüst, R. M. & Zuberbühler, I. (2017). *Kooperationsplattform für die urbane Güterlogistik*, ZHAW. Verfügbar unter https://www.zhaw.ch/no_cache/de/forschung/forschungsdatenbank/projektdetail/projektid/1695/
- Schreiner, S., Stölzle, W. & Klaas-Wissing, T. (2017). *Die „Letzte Meile“ im Schweizer Detailhandel. CO2-Emissionen in Distributionskanälen im Vergleich* (1st ed.). Göttingen: Cuvillier Verlag.

- Schuldt, C. (2018). *Ein neuer Blick auf Digitalisierung*, Zukunftsinstitut. Verfügbar unter <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/digitalisierung/ein-neuer-blick-auf-digitalisierung/>
- Scott, S. (2019). *Meet Scout*, The Amazon Blog. Verfügbar unter <https://blog.aboutamazon.com/transportation/meet-scout>
- Shin, W. (2019). *JD.com brings robot delivery vans to over 10 Chinese cities*, Nikkei Asian Review. Verfügbar unter <https://asia.nikkei.com/Business/Companies/JD.com-brings-robot-delivery-vans-to-over-10-Chinese-cities>
- Siegle, J. (2019). *Paketlieferungen aus der Luft*, NZZ. Verfügbar unter <https://www.nzz.ch/digital/wing-google-schwester-testet-paketlieferungen-mit-drohenen-nzz-ld.1510207>
- Sierau, B. & König, Y. (2019). *Deepdive 3: Wie "smart" sind wir in der urbanen Logistik?* Mobilitätssalon 2019, Bern.
- Skero, N. & Coy, J. (2017). *Urban Mobility Index* (Centre for Economic & Business Research Exploration in Collaboration with Qualcomm, Hrsg.). Verfügbar unter <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/urban-mobility-index-report.pdf>
- Spiegel Online. (2007). *Apple enthüllt das magische iPhone*. Verfügbar unter <https://www.spiegel.de/netzwelt/mobil/revolutionaeres-handy-apple-enthuehlt-das-magische-iphone-a-458725.html>
- SSV. (2018). «Sitten ist weltweit führend beim Einsatz smarterer Shuttle-Busse». *SSV focus*, (6/18). Verfügbar unter https://staedteverband.ch/cmsfiles/focus_6-18_d_2.pdf
- SSV. (2019a). 6. *Luzerner Management Forum 2019: Chancen erkennen – Dynamik nutzen*. Verfügbar unter <https://staedteverband.ch/322/de/6-luzerner-management-forum-2019-chancen-erkennen-ndash-dynamik-nutzen>
- SSV. (2019b). *Smarte Städte in der Schweiz: vielfältige Aktivitäten nach zögerlichem Start*. Verfügbar unter <https://staedteverband.ch/302/de/smarte-stadte-in-der-schweiz-vielfaltige-aktivitaten-nach-zogerlichem-start?share=1>
- Stadt München. (2019). *City2Share*. Verfügbar unter <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Stadtplanung-und-Bauordnung/Verkehrsplanung/Projekte/City2Share.html>
- Stadt Zürich. (2016a). *Gewerbe- und Güterverkehr. Konzept*.

- Stadt Zürich (Hrsg.). (2016b). *Masterplan Energie der Stadt Zürich*. Verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/dib/de/index/energieversorgung/masterplan-energie.html>
- Stadt Zürich. (2019). *Smart City Zürich*. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/politik_u_recht/stadtrat/weitere-politikfelder/smartcity.html
- Stadt Zürich Departement der Industriellen Betriebe. (2019a). *Anreize für die Elektromobilität*. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/dib/de/index/das_department/medienmitteilungen/mitteilung1/2019/juni/190626a.html
- Stadt Zürich Departement der Industriellen Betriebe. (2019b). *Energiestadt Zürich*. Verfügbar unter www.stadt-zuerich.ch/energiestadt
- Stadt Zürich Energiebeauftragte (Hrsg.). (2019). *Bericht Energiepolitik 2017-2018*. Verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/dib/de/index/energieversorgung/jahresbericht-energiepolitik.html>
- Stadt Zürich Präsidialdepartement (Hrsg.). (2019). *Bevölkerungsszenarien 2019*. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/prd/de/index/statistik/kontakt-medien/aktuell/neuigkeiten/2019/2019-05-09_Bevoelkerungsszenarien.html
- Stadt Zürich Stadtrat (Hrsg.). (2018). *Strategie Smart City Zürich*. Verfügbar unter www.stadt-zuerich.ch/smart-city
- Stadt Zürich Tiefbau- und Entsorgungsdepartement. (2019a). *Cargo-Tram und E-Tram*. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/sauberes_zuerich/wo_%2B_wann_entsorgen/cargo-tram_und_e-tram.html
- Stadt Zürich Tiefbau- und Entsorgungsdepartement (Hrsg.). (2019b). *Stadtverkehr 2025 - Bericht 2018*. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/publikationen_u_broschueren/stadtverkehr_2025_bericht_2018.html
- T3n. (2018). *Hermes eröffnet 5.000 neue Paketshops bis 2020: Immer noch zu wenig*. Verfügbar unter <https://t3n.de/news/hermes-eroeffnet-5000-neue-946244/>
- T3n. (2019). *Amazon schließt 90 Stores – und stellt damit die Weichen auf Expansion*. Verfügbar unter <https://t3n.de/news/amazon-popup-stores-stationaere-expansion-einzelhandel-1148912/>
- Toyota. (2018). *Toyota e-Palette debütiert auf der CES 2018. Flexibles und vollelektrisches Konzeptfahrzeug für neues Mobilitätssystem*. Verfügbar unter <https://www.toyota.de/news/toyota-e-palette-auf-ces-las-vegas-vorgestellt.json>

- United Nations (Hrsg.). (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. [key facts]*. Verfügbar unter <file:///szh.loc/dib/users/dibblm/Download/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2018). *68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN*. Verfügbar unter <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- UVEK. (2017). *Bundesrat vertieft Mobility Pricing mit kantonaler Wirkungsanalyse*. Verfügbar unter <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/medien/medienmitteilungen.msg-id-67431.html>
- VBZ. (2019a). *Bedarfsverkehr im ÖV*. Verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/mobilitaet-der-zukunft/bedarfsverkehr.html>
- VBZ. (2019b). *Cargo- und E-Tram*. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/die_vbz/services/cargo_tram_und_etrtram.html
- VBZ (Hrsg.). (2019c). *VBZ Geschäftsbericht 2018*. Verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/aktuelles/der-vbz-geschaeftsbericht-2018-ist-online.html>
- VBZ. (2019d). *VBZ Portrait*. Verfügbar unter https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/die_vbz/portraet.html
- VBZ. (2019e). *VBZ Unternehmensstrategie*. Verfügbar unter www.stadt-zuerich.ch/unternehmensstrategie
- VBZ. (2019f). *Zukunftsformen der integrierten öffentlichen Mobilität*. Verfügbar unter <https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/mobilitaet-der-zukunft.html>
- VCS. (2019). *Sommer-Update der Auto-Umweltliste 2019. Elektroauto-Angebot um wenige Modelle erweitert*. Verfügbar unter <https://www.verkehrsclub.ch/medien/detail/artikel/elektroauto-angebot-um-wenige-modelle-erweitert/>
- Vogel, B. (Bundesamt für Energie, Hrsg.). (2018). *Stadtlogistik: Mehr Güter, weniger Energie*.
- Vollmer, J. (2017). *Die Cargo-Tram ist wieder da*, Sächsische Zeitung. Verfügbar unter <https://www.saechsische.de/die-cargo-tram-ist-wieder-da-3644803.html>
- Voss, O. (2019). *Post stoppt Paketkästen für Privathaushalte*, Der Tagesspiegel. Verfügbar unter <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/kein-bedarf-post-stoppt-paketkaesten-fuer-privathaushalte/23939236.html>

- VSV, Die Post & GfK. (2019). *Schweizer Online-Konsum wächst 2018 um 10%*. Verfügbar unter https://www.vsv-versandhandel.ch/wp-content/uploads/2019/02/DE-2019.02.28.Medienmitteilung_VSV-GfK_Online_und_Versandhandel-Sperrfrist.pdf
- Wälti, T. (2018). *Mit "Self-e" die Mobilität der Zukunft erfahren*, vbzonline.ch. Verfügbar unter <https://vbzonline.ch/self-e/>
- Webb, A., Giralt, E., Palatucci, M. & Perez, K. (2019). *2019 Tech Trends Report* (Future Today Institute, Hrsg.). New York. Verfügbar unter <https://futuretodayinstitute.com/2019-tech-trends/>
- Wedel, J. (2019). *Dreirädrige Transportvelos sollen in Zürich Lieferwagen ersetzen und Staus reduzieren*, NZZ. Verfügbar unter <https://www.nzz.ch/zuerich/cargotrikes-in-zuerich-transportvelos-statt-lieferwagen-ld.1506945>
- Wiederkehr, S., Kronawitter, A. & Geissbühler, P. (AWK Group, Hrsg.). (2019). *Stakeholderanalyse Smart City Switzerland Auswertung der Web-Umfrage*. Verfügbar unter https://staedteverband.ch/cmsfiles/20190627_Auswertungen_Stakeholderanalyse_Smart_City_Switzerland_1.pdf?v=20191018175315
- Wikipedia. (2019a). *Digitale Revolution*. Verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Revolution
- Wikipedia. (2019b). *Digitalisierung*. Verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Digitalisierung>
- Wikipedia. (2019c). *Güterbim*. Verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCterbim>
- Wing. (2019). *Wing Unveils Plans for First-of-its-Kind Trial with FedEx and Walgreens*. Verfügbar unter <https://medium.com/wing-aviation/wing-unveils-plans-for-first-of-its-kind-trial-with-fedex-and-walgreens-7f17350daa09>
- Witte, J. (2019). *Die neue Plattform Ökonomie*. HTW Chur EMBA Digital Transformation HS 2018/2019.
- WWF Schweiz. (2019). *Footprint-Rechner*. Verfügbar unter <https://www.wwf.ch/de/nachhaltig-leben/footprintrechner>
- Y&R Wunderman. (2019). *E-Commerce Studie 2019*. Verfügbar unter <https://www.slideshare.net/yr-group/yr-wunderman-ecommerce-studie-2019>

- Yamato Transport & Deutsche Post DHL Group. (2019). *Großauftrag aus Fernost: Japanischer Logistikdienstleister Yamato Transport kauft 500 StreetScooter*. Verfügbar unter <https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/de/media-relations/press-releases/2019/pm-street-scooter-yamato-20190327.pdf>
- Zeitler, M. (2019). *Lieferung per Strassenbahn - eine praktikable Lösung für die nachhaltige Stadtlogistik?*, Hermes Germany. Verfügbar unter <https://newsroom.hermes-world.com/letzte-meile-lieferung-per-strassenbahn-eine-praktikable-loesung-fuer-die-nachhaltige-stadtlogistik-17327/>
- Zetsche, D. (2018). *Daimler & BMW: Neue Kooperation, alter Wettbewerb*, Daimler. Verfügbar unter <https://www.daimler.com/konzern/corporate-governance/vorstand/zetsche/linkedin/daimler-bmw-neue-kooperation-alter-wettbewerb.html>
- Zheng, H. (2019). *Videostatement zum Dialoganlass "Logistik der Zukunft - Was heisst das für den Verkehr?"*. Verfügbar unter <https://www.zukunft-mobilitaet.ch/veranstaltungen/aktuelle-anlaesse/avenirmobilitae/logistik-zukunft-verkehr>
- Zieseniss, H. (2002). *Hannovers Strassenbahn im Umland - eine Überlandstrassenbahn für den Personen und Güterverkehr erschliesst der Industrie den ländlichen Raum*. Verfügbar unter <http://www.zieseniss.de/historisch/ueberland.html>
- Zukunft Mobilität (Hrsg.). (2019). *Logistik der Zukunft- Was heisst das für den Verkehr? Dialoganlass "Logistik der Zukunft". Fazitbericht vom 15.03.2019*. Verfügbar unter <https://www.zukunft-mobilitaet.ch/veranstaltungen/aktuelle-anlaesse/avenirmobilitae/logistik-zukunft-verkehr>
- Zukunftsinstitut. (2019). *Megatrends*. Verfügbar unter <https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/>

Anhang

- Anhang 1 Mobilität und Güterverkehr
- Anhang 2 Technologien
- Anhang 3 Onlinehandel Schweiz
- Anhang 4 Angaben zu Interviews und Gesprächen mit Expertinnen und Experten
- Anhang 5 Smart-City-Logistik-Workshop
- Anhang 6 Abschätzungen zu Fahrten und Treibhausgasemissionen Paketdistribution Stadt Zürich