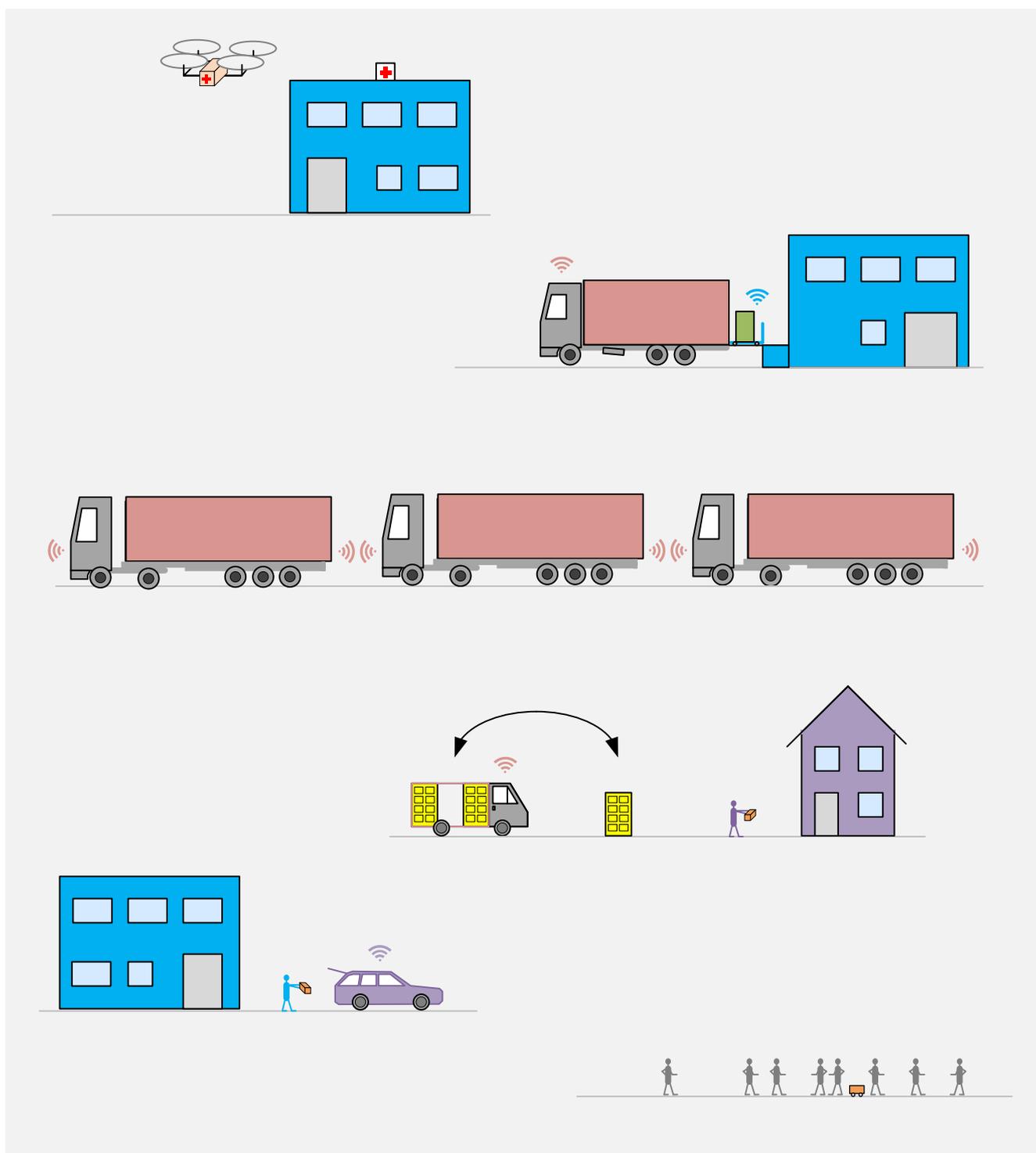


Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz

Schlussbericht Modul 3f «Güterverkehr / City Logistik (Strasse)»
Definitive Fassung vom 28.03.2018



Projektbegleitgruppe

Bestehend aus Vertretern von

Kanton Zürich, Amt für Verkehr
Stadt Zürich, Tiefbauamt
Stadt Bern, Verkehrsplanung
Gemeinde Köniz (als Vertretung des Schweizerischen Städteverbands)
Kanton St. Gallen, Tiefbauamt
Kanton St. Gallen, Amt für öffentlichen Verkehr
Coop, Fachstelle Transporte
Galliker Transport AG

Projektteam

Matthias Hofer
Lorenz Raymann
Fabienne Perret

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Druck: 28. März 2018
Schlussbericht aFz Modul 3f_2018-03-28.docx
Projektnummer: 216184

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht zeigt mögliche Entwicklungen beim Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Gütertransport und in der City-Logistik auf. Er bildet damit eine Grundlage für strategische Planungen.

Der Einsatz automatisierter Fahrzeuge für den Gütertransport und die City-Logistik ist mit verschiedenen weiteren Themen wie beispielsweise Raum- und Stadtentwicklung, Verkehrstechnik oder Verkehrssicherheit verknüpft. Entsprechende Aspekte werden im vorliegenden Bericht nur am Rande behandelt. Hierzu wird auf die anderen Vertiefungsstudien zum «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag» verwiesen.

Die bereits aufgrund der demographischen Entwicklung zu erwartende Verkehrszunahme in den Stadtzentren erhöht den Druck, City Logistik-Konzepte umzusetzen. Eine Entlastung des städtischen Strassennetzes von Güterverkehr kann dann erreicht werden, wenn Warenströme gebündelt werden und Fahrzeuge auf Hin- und Rückfahrt ausgelastet sind. City-Logistik-Konzepte sehen entsprechend u.a. auch Kommissionierungszentren am Stadtrand oder am Rand der Innenstadt vor. Eine optimale Auslastung aller Fahrzeuge setzt eine freiwillige oder verordnete Zusammenarbeit verschiedener Unternehmen zur Durchführung dieser Verkehre voraus. Dies entspricht einer gegenläufigen Richtung zu mehr Wettbewerb oder Privatisierung. Um Synergien erzielen zu können, sind Standardisierungen hilfreich (branchenspezifische Lösungen, Behältersysteme, Software-schnittstellen etc.). Diese Herausforderungen im Güterverkehr stehen unabhängig von automatisierten Fahrzeugen an.

Die Einführung von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen kann den Trend zu Mehrverkehr verstärken und damit den Bedarf für innovative Güterversorgungskonzepte zusätzlich erhöhen. Um eine Zunahme des Güterverkehrs im städtischen Bereich einzudämmen und so den Verkehrsfluss weiterhin gewährleisten zu können, sind auf der «letzten Meile» eine Bündelung der Transporte von grosser Bedeutung. Automatische Fahrzeuge schaffen jedoch neue Möglichkeiten wie das «unbegleitete Abholenlassen von Gütern», was der angestrebten Bündelung von Transporten entgegenlaufen kann.

Mit dem Einsatz von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen sind Zuständigkeiten und Schnittstellen bei den einzelnen Prozessen Beladung, Transport und Entladung neu zu definieren bzw. zu klären. Dies betrifft den Komplettladungsverkehr und in verstärkter Masse den Teilladungsverkehr. Wenn kein Fahrer mehr auf dem Fahrzeug ist, werden mehr Aufgaben auf den Versender oder Empfänger übertragen. Oder die Zustellung auf dem «letzten Meter» erfolgt gar durch einen Lieferroboter.

Auf dem «letzten Meter» sind aber auch neue Geschäftsmodelle denkbar. Möglicherweise werden sich gerade für den B2C-Bereich in Quartieren kleine Paketstationen oder automatisch zugestellte «Paketfachboxen» mit Selbstbedienungsfunktion etablieren. Hier stellen sich dann auch gesell-

schaftliche Fragen, wie der Zugang von mobilitätseingeschränkte Personen zu Gütern erfolgt, falls Lieferungen an die Wohnungstür nicht mehr standardmässig erfolgen sollten.

Mit dem Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Güterverkehr werden somit Städte mit verschiedenen Auswirkungen konfrontiert, die zu beobachten und zu gegebenem Zeitpunkt näher zu prüfen sind. Sie erfordern voraussichtlich Massnahmen auf kommunaler oder höherer Ebene:

- Klare Definition von für Güterumschlag im Siedlungsgebiet geeigneten Strassenabschnitten oder Flächen, idealerweise auf Privatgrund und für den Güterumschlag lärmoptimiert.
- Mobile oder dispers zu verteilende „Paketfachboxen“ und/oder Paketstationen im öffentlichen und/oder im privaten urbanen Raum mit geeigneten Bewirtschaftungskonzepten
- Klärung des Einsatzes von Paketrobotern im Bereich von Fussgängerzonen/Trottoirs
- Regelung des Einsatzes von Drohnen im Siedlungsraum.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Aufgabenstellung	6
2	Systemabgrenzung	7
2.1	Automatisierungsgrad	7
2.2	Zustände je Anwendungsbereich	7
2.3	Abgrenzung der güterverkehrsspezifischen Betrachtung	8
3	Grundlagen zu automatisierten Güterfahrzeugen	11
3.1	Automatisierte Güterfahrzeuge innerhalb abgegrenzter Gebäude oder Betriebsgelände	11
3.2	Automatisierte Güterfahrzeuge im öffentlichen Strassenraum	14
3.3	Spezialsysteme	17
4	Automatisierte Fahrzeuge und City Logistik	20
4.1	Allgemeine Trends	20
4.2	Einflussfaktoren auf die Gestaltung einer Transportkette	22
4.3	Auswirkungen von automatisierten Fahrzeugen auf Organisation und Betriebskonzepte, Flächen und Anlagen	25
5	Qualitative Einschätzung der Wirkungen der automatisierten Güterfahrzeuge in der Schweiz	36
5.1	Güterfernverkehr auf der Strasse	36
5.2	Verbreitung von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen (Last- und Lieferwagen) im städtischen Bereich	38
5.3	Verbreitung von automatisierten Fahrzeugen für den Transport von Personen und kleinvolumigen Gütern (Personenwagen)	44
5.4	Spezialsysteme	48
5.5	Nutzergruppen und allgemeiner Trend	50
6	Abkürzungsverzeichnis	51

1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Der Basler Fonds, der Schweizerische Städteverband, vier Städte, vier Kantone, mehrere Transportunternehmen und weitere Institutionen erarbeiten gemeinsam mit der Unterstützung von EBP die Studie «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz». Der Fokus der Studie liegt auf den Einsatzmöglichkeiten in der Alltagsmobilität in der Schweiz.

Der Grundlagenbericht zu den denkbaren Anwendungen und Effekten in der Schweiz wurde am 24.10.2017 vorgelegt (Phase A).

In einer zweiten Phase B werden sechs verschiedene Schwerpunktthemen vertieft. Eines dieser Schwerpunktthemen ist «Güterverkehr / City Logistik». Das entsprechende Pflichtenheft umfasst:

- Sammlung der bestehenden und möglichen Einsatzformen von automatisierten Güterverkehrsfahrzeugen
- Erfassen spezifischer Pilotanwendungen im Strassengüter- und Gewerbeverkehr, Übertragung der möglichen Einsatzformen auf die Schweiz
- Erfassen der Entwicklungen bei der Auslieferung von Paketen im Online-Handel unter Berücksichtigung der Fahrzeugautomatisierung
- Skizzierung und Aufbereitung von Anwendungsfällen für City-Logistik
- Bedarf an Güterumschlageneinrichtungen beim Empfänger
- Möglichkeit zur Verbesserung der Planbarkeit von Güterverkehrsfahrten
- Herausforderungen und Chancen bzgl. Personaleinsatz und Personalbedarf
- Qualitative Einschätzung der Wirkungen auf den Raum Schweiz

Den Start bildete ein Workshop am 09.11.2017 in Solothurn. Die Thematik wurde mit den Projektpartnern anhand von Thesen diskutiert.

Auf Grundlage dieser Diskussionsergebnisse und anhand weiterer Recherchen und Vertiefungsarbeiten durch EBP wurde der vorliegende Schlussbericht erstellt. Anlässlich der Begleitgruppensitzung vom 06.02.2018 wurde der Berichtsinhalt diskutiert und weiter geschärft.

2 Systemabgrenzung

2.1 Automatisierungsgrad

Je nach Automatisierungsgrad unterscheiden sich die Aufgaben und Verantwortung von Fahrer und System. Hierzu werden sechs verschiedene Levels an Automatisierungsgrad unterschieden. Im Rahmen dieses Berichts wird der Fokus auf die Level 4 und 5 gelegt. Nachstehend ist eine entsprechende Übersicht zu diesen Levels dargestellt.

Level	Bezeichnung	Beispiel
0	100% konventionelles Fahren	Konventionelles Fahrzeug mit Spurhalte- und Kollisionswarnung
1	Assistenzsysteme	Bremsassistent, Parkassistent (nur Querführung), Spurhalteassistent, Spurwechselaassistent, Abstandsregeltempomat Lane Centering
2	Teilautomatisiert	Abstandsregeltempomat mit Lane-Centering, Autobahnassistent
3	Hochautomatisiert	Autobahn-Chauffeur
4	Limitiert vollautomatisiert a) Mit Fahrermöglichkeit b) Ohne Fahrermöglichkeit	Autobahn-Pilot, automatischer Nothalt, Park-Pilot
5	Überall, jederzeit vollautomatisiert a) Mit Fahrermöglichkeit b) Ohne Fahrermöglichkeit	Roboterauto

Tabelle 1: Automatisierungsgrad

2.2 Zustände je Anwendungsbereich

Neben den verschiedenen Stufen der technischen Entwicklung (Automatisierungsgrad) ist auch eine Differenzierung bezüglich der Zustände aus Sicht der Bewilligungs- und Zulassungsbedingungen vorzunehmen.

Der Übergang in einen neuen Zustand hängt entscheidend von der Anpassung der Rechtsetzung ab. Denkbar ist, dass mit den neuen rechtlichen Festsetzungen auch weitere Voraussetzungen gegeben sein müssen, wie beispielsweise infrastrukturelle Anpassungen oder Signalisationen.

Die verkehrlichen Wirkungen eines neuen Zustands manifestieren sich erst nach und nach, mit einer gewissen Stabilisierung jeweils erst nach einigen Jahren. Dabei kann sich der Fahrzeugpark vor Inkrafttreten erneuern, jedoch ohne dass die entsprechenden Fahrfunktionen bereits legal verwendet werden können («können» kommt zeitlich vor dem «dürfen»).

Nachstehend ist eine Übersicht zu den in diesem Bericht betrachteten Zuständen 4 bis 6 dargestellt. Für nähere Erläuterungen zu den Zuständen wird auf den Bericht der Phase A verwiesen¹.

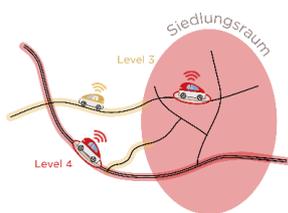
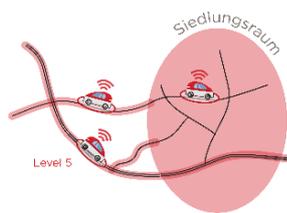
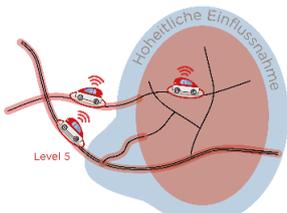
Anwendung	Zustand 4	Zustand 5	Zustand 6
Räumlicher Bezug			
Level of Automation 4	<u>Allgemeine Freigabe</u> Automatisiertes Fahren L4 im in sich geschlossenem <u>Siedlungsraum</u> Automatisiertes Fahren L4 auf <u>Überlandstrassen</u> : <u>Teststrecken</u>	Automatisiertes Fahren L4 auf Überlandstrassen: Allgemeine Freigabe	Automatisiertes Fahren L4: Generelle Freigabe mit Pflicht in kapazitätskritischen Zonen
Level of Automation 5	Automatisiertes Fahren L5: <u>Allgemeine Freigabe</u> im in sich geschlossenem <u>Siedlungsraum</u> : sowie auf HLS, sofern beidseitig Anschlüsse an das städtische Netz bestehen. (Wegekette innerorts-HLS-innerorts)	Automatisiertes Fahren L5: <u>Allgemeine Freigabe</u> für Anwendung im <u>öffentlichen Netz</u>	Automatisiertes Fahren L5: Generelle Freigabe mit Pflicht in kapazitätskritischen Zonen

Tabelle 2: Im vorliegenden Bericht betrachtete Zustände. Die Zustände 4 bis 6 gehen von einer allgemeinen Freigabe von Level 4 und Level 5 Fahrzeugen aus.

2.3 Abgrenzung der güterverkehrsspezifischen Betrachtung

Viele aktuell diskutierte Aspekte automatisierter *Güterfahrzeuge* sind aus technischer Sicht *nicht* güterfahrzeug-spezifische Themen. Das Bilden und Auflösen von Konvois, die Möglichkeit des Ein- und Ausfädelns bei Autobahnanschlüssen und viele weitere Aspekte müssen im Kontext des gesamten Strassenverkehrs behandelt werden. Diese Themen werden daher im Rahmen dieses Moduls «Güterverkehr / City Logistik nur am Rande betrachtet.

Der Fokus dieser Studie liegt weiter nicht bei der Fahrzeugtechnik, sondern viel mehr auf den Auswirkungen von automatisierten Fahrzeugen im Güterverkehr, insbesondere in den dicht bebauten Städten: Die Nutzung von automatisierten Güterfahrzeugen führt zu Veränderungen bei Kostenstruktur, Betriebskonzepten, Verkehrsmengengerüst, Flächenbedarf für Güterumschlag etc. Dies bedingt einerseits Änderungen auf Seite der Transportanbieter und wirkt sich andererseits auf die Nutzung der Verkehrsinfrastruktur aus. Für deren Eigentümer und -betreiber entsteht möglicherweise

1 EBP: «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz», Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A); im Auftrag von BaslerFonds und dem Schweizerischen Städteverband und weiterer Partner; 24.10.2017

Änderungsbedarf bezüglich der Infrastrukturen oder der rechtlichen Vorgaben für deren Benützung.

Im Güterverkehr wird bezüglich der Ladung zwischen Komplettladungsverkehr und Teilladungsverkehr (Stückgut und Paketdienste) unterschieden:

— Komplettladungsverkehr sind Punkt-zu-Punkt-Verkehre, beispielsweise zwischen zwei Logistikzentren, zwischen einem Produzenten und einem verarbeitenden Betrieb, zwischen einem Betonwerk und einer Baustelle oder zwischen einem Distributionszentrum und einer Filiale eines Grossverteilers.

Werden diese mit automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen (aGFz) durchgeführt, so müssen die Fahrzeuge mit der entsprechend erforderlichen Technik ausgestattet sein, möglicherweise resultieren Kosteneinsparungen für die Durchführung dieses Transports.

Auf die Verkehrsmenge, auf den Fahrt-Zeitpunkt oder auf die Routenwahl hat die Fahrt mit einem aGFz anstelle eines konventionellen Fahrzeuges keinen relevanten Einfluss. Aus verkehrs-, raumplanerischer oder rechtlicher Sicht gibt es beim Komplettladungsverkehr gegenüber dem heutigen Zustand mit konventionellen GFz, bzw. gegenüber dem mit automatisierten Personenwagen ohnehin einhergehenden bzw. notwendigen Änderungen, keinen speziellen Vertiefungsbedarf. Komplettladungsverkehre werden im vorliegenden Bericht daher nicht vertieft betrachtet.

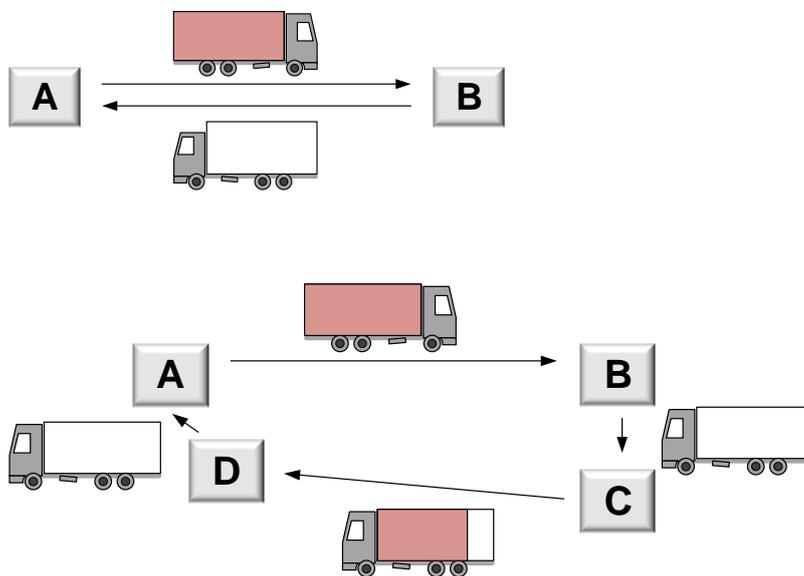


Abbildung 1: Typische Transportketten im Komplettladungsverkehr

— Beim Teilladungsverkehr ist die Entwicklung interessanter, hier sind ev. grosse Änderungen zu erwarten: Mit der Digitalisierung können Kunden ihre Konsumgüter direkt nach Hause bestellen, Unternehmen können Lagerbestände optimieren und Waren in jeweils geringeren Mengen bestellen, Produktionsbetriebe lassen sich Waren just-in-time und just-in-sequence liefern. Dies alles führt zu einer Reduktion der Sendungsgrösse und zu einer Steigerung der Anzahl Sendungen. Diese Entwicklung per se erfolgt unabhängig von der Entwicklung aGFz.

Mit der Einführung von aGFz können für die Marktbedürfnisse – kleinere aber mehr/häufigere Sendungen – neue Betriebskonzepte angeboten werden. Dies hat insbesondere in urbanen Räumen ggf. relevante Auswirkungen.

Mit aGFz kann möglicherweise die Anzahl *erforderlicher* Fahrzeuge reduziert werden. Die Anzahl Fahrten resp. die Fahrleistung dürften damit jedoch nicht reduziert werden, da mit aGFz neue Einsatzmöglichkeiten geschaffen und dabei die Fahrzeuge effizienter eingesetzt werden.

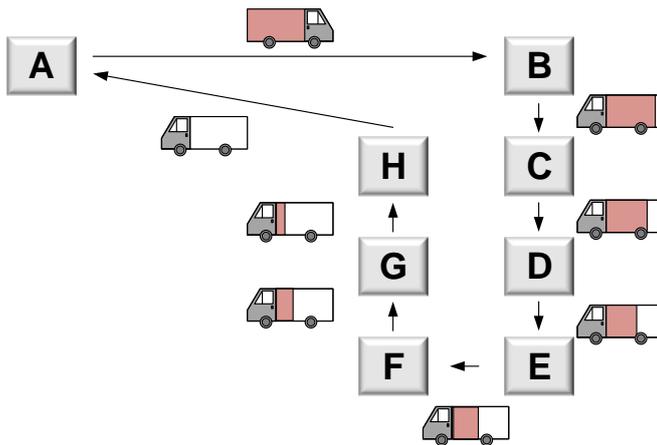


Abbildung 2: Typische Transportkette im Teilladungsverkehr

Im nachfolgenden Kapitel 3 sind verschiedene Beispiele zu automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen dokumentiert, wobei der Umsetzungsstatus zwischen «seit Jahren betriebserprobt» und «Projektstudie» liegt.

3 Grundlagen zu automatisierten Güterfahrzeugen

3.1 Automatisierte Güterfahrzeuge innerhalb abgegrenzter Gebäude oder Betriebsgelände

3.1.1 Fahrerloses Transportsystem (FTS)

Innerhalb der Betriebsgelände oder Gebäude von Unternehmen kann es wirtschaftlich sinnvoll sein, den innerbetrieblichen Transportfluss von Gütern mittels automatischem Betrieb durchzuführen.

Eine FTS-Anlage setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen²:

- Fahrzeug (Fahrerloses Transport-Fahrzeug)
- Fahrkurs (Streckenführung, Anlagenlayout)
- Lastübergabestationen
- Anlagensteuerung

Bei den fahrerlosen Transport-Fahrzeugen sind für den innerbetrieblichen Transport verschiedene Bauformen verbreitet wie Schlepper, Unterfahrschlepper, Gabel-Niederhubwagen bspw. für Paletten, Wagen als Trägerfahrzeug, Kettenförderer für Behältertransporte etc. Ausserdem gibt es auch diverse Sonderfahrzeuge wie Schwerlast-FTF oder Outdoor-Fahrzeuge³.



Abbildung 3: FTF als Unterfahrschlepper⁴



Abbildung 4: FTF als Montage-Plattform⁵

2 Quelle: Heinrich Martin. «Transport- und Lagerlogistik; Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik», 20xx

3 https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrerloses_Transportfahrzeug#Einsatzgebiete_für_FTS (abgerufen am 16.01.2018)

4 Von Fa. TMS - Fa. TMS Automotion GmbH, Linz, Österreich, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14571196>

5 Von Fa. Indumat - Fa. Indumat, Reutlingen, https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrerloses_Transportfahrzeug#/media/File:FTF_Motorenfertigung.jpg

3.1.2 Fahrerlose Lastwagen und Fahrzeuge

Betrieb in Hafenanlagen (Regulärer Betrieb)

In grossen Container-Terminals, d.h. insbesondere in Häfen werden Automated Guided Vehicles (AGV) für den fahrerlosen Transport von Containern zwischen den Kran-Brücken und dem Containerlager eingesetzt. Beispielsweise im Hafen Hamburg-Altenwerder beträgt die Fläche, auf denen diese AGV verkehren, rund 1400 m x 100 m. Die Fahrzeuge werden mit dieselektrischem oder batterie-elektrischem Betrieb eingesetzt.



Abbildung 5: Drei Automated Guided Vehicles (AGV) vor einigen Double Rail Mounted Gantry Cranes (DRMG) im Hafen Hamburg-Altenwerder⁶

Werkgelände von Industriebetrieben (Regulärer Betrieb)

Innerhalb von Werksgeländen werden bereits fahrerlose Lastwagen eingesetzt, wie nachfolgendes Beispiel zeigt:

Die Heideblume Molkerei Elsdorf-Rotenburg AG errichtete 2011 ein neues Logistikzentrum mit Hochregallager, Breitganglager, Versand und Kommissionierung. Zur Steigerung der Umschlagsgeschwindigkeit und der Wirtschaftlichkeit wurden die Logistikprozesse weitgehend automatisiert. Seit 2012 transportiert ein vollautomatischer LKW (KAMAG TruckWiesel) Verpackungsmaterial auf Euro- und Industriepaletten mit bis zu 1'000 kg vom Logistikzentrum zum Produktionsgebäude. Für den Rückweg werden Paletten mit frischen Fertigprodukten in den LKW geladen und ins Logistikzentrum gefahren. Dort steht ein gekühltes Hochregallager für die Molkereiprodukte zur Verfügung. Der Shuttle-Verkehr zwischen den verteilten Gebäuden auf dem Betriebsgelände konnte somit automatisiert werden.⁷

Die Spurführung des Fahrzeuges erfolgt mit in der Fahrbahn installierten Transpondern.

⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Containerterminal_Altenwerder#/media/File:Hamburg-CTA-AGV-2008.JPG

⁷ <http://www.goetting.de/news/2012/molkerie> (Abgerufen am 24.01.2018)

SaLsA – Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge im Aussenbereich (Testbetrieb)

Im Rahmen der vom BMWi im Technologieprogramm «Autonomik» erarbeiteten Studie «SaLsA – Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge» wurde ein Use Case durchgeführt, in welchem die globale Abbildung des automatisierten Fahrzeuges durch eine Fusion von stationären und mobilen Sensoren erfolgte. Dies erlaubte eine vorausschauende angepasste Reaktion auf Hindernisse und andere Verkehrsteilnehmer. Die nicht mit besonderer Lokalisierungssensorik ausgestatteten Verkehrsteilnehmer (Personenwagen, Lastwagen, Fussgänger, Radfahrer) werden durch das System erfasst, was dann eine gleichzeitige gemeinsame Nutzung der Verkehrsfläche ermöglicht. Das Verkehrsmanagementsystem erlaubt optimierte Fahrwege und eine ressourcenschonende Nutzung der Fahrzeuge.⁸

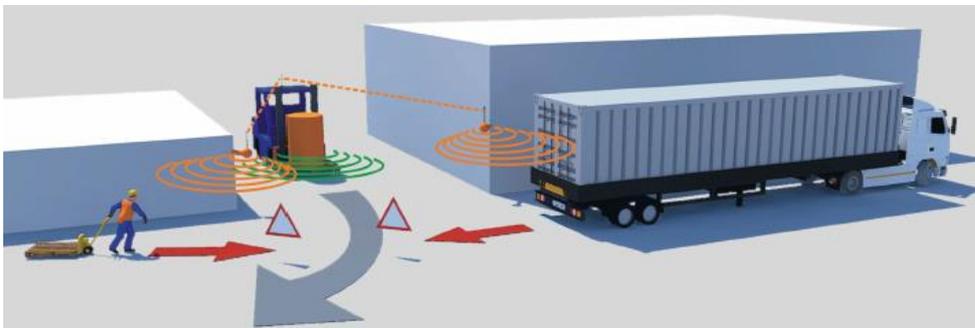


Abbildung 6: Schematische Darstellung Use Case des Projekts SaLsA⁹

Autonomes Fahren auf Bus-Betriebshof (Studie)

Eine Studie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), des Forschungsinstituts Informatik FZI am KIT und der Stuttgarter Strassenbahnen AG (SSB) hat ein Modell entwickelt, wie autonomes Fahren auf einem Bushof funktionieren kann. Die Studie hat gezeigt, dass interne Standard-Abläufe wie die Fahrt zur Waschanlage, die Aussenreinigung, die Fahrt zum Abstellplatz und der Abstellvorgang selbst vollständig automatisierbar sind. Das Auftanken, die Innenreinigung und Versorgung der Busse mit Druckluft sollen Industrieroboter übernehmen. Die Kosteneinsparungen für einen teilautonomen Bus-Betriebshof wird auf mehr als 100'000 EUR pro Jahr geschätzt. Als Use Case für einen Testbetrieb wäre auch ein Betriebshof eines Speditionsunternehmens denkbar¹⁰.

8 Götting KG, Lehrte; OFFIS Institut für Informatik, Oldenburg; Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML), Dortmund; ifm electronic GmbH, Essen: «SaLsA – Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge», 01.11.2009-31.10.2012; Dokumentation in Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: «Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand», Band 1, Januar 2013

9 Bildquelle Laila Tkotz, KIT

10 Internationales Verkehrswesen: «Autonom fahren auf dem Bus-Betriebshof», 04.10.2017



Abbildung 7: Modell eines Bus-Betriebshofs mit teilautonomen Betrieb¹¹

3.2 Automatisierte Güterfahrzeuge im öffentlichen Strassenraum

3.2.1 Last- und Lieferwagen

Platooning (Testbetrieb)

Unter Platooning versteht man das Bündeln von Fahrzeugen. Die nachfolgenden Fahrzeuge werden vom vordersten Fahrzeug elektronisch und mit kurzen Abständen geführt. Dadurch kann der Platz auf der Strasse besser genutzt werden; zudem fahren die Lastwagen im Windschatten, was zu einem geringeren Treibstoffverbrauch führt.

Die deutsche Automobilindustrie investiert in den nächsten drei bis vier Jahren 14 bis 18 Mrd. EUR in das autonome Fahren. Der Verband der Automobilindustrie prognostiziert, dass Platooning zumindest auf Autobahnen bereits in fünf Jahren zum gewohnten Bild gehören wird¹².

Es wurden bereits verschiedene Testfahrten zum Platooning auf Autobahnen durchgeführt, sowohl in den USA, als auch in Europa:

- Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes «Safe Road Trains for the Environment (SARTRE)» werden seit einigen Jahren Techniken für das Platooning entwickelt. Erste Testfahrten fanden bereits 2012 in Spanien statt¹³.
- Anfang April 2016 fand eine Sternfahrt (European Truck Platooning Challenge) statt, wo Lastwagen verschiedener Hersteller aus Belgien, Deutschland und Schweden als Platoon (Konvoi) nach Rotterdam fuhren¹⁴.
- Ziel des Anfang 2018 startenden ENSEMBLE-Projektes ist die Ermöglichung von Platooning von Lastwagen verschiedener Hersteller. Zuerst werden Anforderungen und Referenzdesign definiert, im zweiten Jahr stellen die Lastwagenhersteller DAF, Daimler, Iveco, MAN, Scania, Volvo Trucks und Renault Trucks die entsprechende Kompatibilität der Systeme sicher und im dritten Projektjahr werden Fahrten auf Teststrecken

11 Internationales Verkehrswesen: «Autonom fahren auf dem Bus-Betriebshof», 04.10.2017

12 Claudia Behrend: «Wenn Algorithmen das Steuer übernehmen», in DVZ: «Zukunftslabor Nutzfahrzeug, Road Innovation Lab 2018»

13 Spiegel online: «Hände weg vom Steuer!», 13.06.2012

14 <https://www.golem.de/news/european-truck-platooning-challenge-automatisierte-lkw-sternfahrt-nach-rotterdam-1604-120138.html> (Abgerufen am 24.01.2018)

und auf dem internationalen öffentlichen Strassennetz durchgeführt.¹⁵ Platoons sollen im normalen Verkehr geführt werden. Vorgesehen ist, dass bei Ein- und Ausfahrten von HLS die einzelnen Fahrzeuge eines Konvois einen grösseren Abstand einnehmen um Lücken für andere Fahrzeuge zu ermöglichen.¹⁶



Abbildung 8: Platooning¹⁷

— MAN und DB Schenker planen ab 2018 den Einsatz von Lkw-Platoon auf der Autobahn A9 zwischen den DB Schenker-Niederlassungen München und Nürnberg. In einem zweiten Schritt sollen die Lastwagen auf dem Betriebsgelände in Nürnberg autonom verkehren¹⁸.

Paketverteilung mit automatisierten Fahrzeugen (Testbetrieb)

In der japanischen Stadt Fujisawa (ca. 425'000 Einwohner, 30 km südwestlich von Tokyo) fanden 2017 Testfahrten mit automatisierten Fahrzeugen für die Distribution von Paketen statt. Das Fahrzeug der Firma Yamato wurde jeweils noch von einer Person begleitet, im Jahr 2018 sind unbegleitete Fahrten vorgesehen¹⁹.

Die Buchung und die Kommunikation über die Ankunft des Fahrzeuges sowie die Zutrittsregelung zum Fahrzeug und den entsprechenden Paketfächern erfolgt über eine App.



Abbildung 9: Paketverteilung der Firma Yamato in Fujisawa, Fahrzeug²⁰

15 <http://erticonetwork.com/multi-brand-truck-platooning-become-reality-europe-eu-co-funded-ensemble-project/> (abgerufen am 08.02.2018)

16 <http://erticonetwork.com/multi-brand-truck-platooning-become-reality-europe-eu-co-funded-ensemble-project/>

17 Bildquelle: www.sics.se bzw. www.etriconetwork.com

18 <http://www.trucker.de/platoon-zwischen-muenchen-und-nuernberg-1855448.html> (abgerufen am 24.01.2018)

19 Eiichi Taniguchi, Kyoto University: «City logistics: Best practices in Japan for sustainable and liveable cities, 10.10.2017

20 Eiichi Taniguchi, Kyoto University: «City logistics: Best practices in Japan for sustainable and liveable cities, 10.10.2017



Abbildung 10: Paketverteilung der Firma Yamato in Fujisawa, Kommunikation mit Smartphone²¹

Im Jahr 2016 hat Google in den Vereinigten Staaten ein Patent für einen autonomen Paketlieferwagen angemeldet.

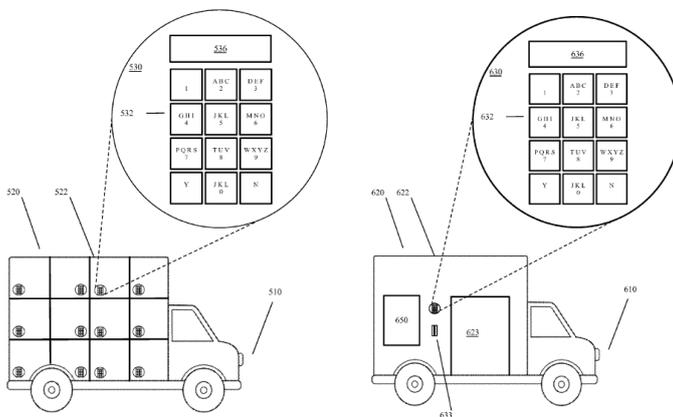


Abbildung 11: Autonomer Paketlieferwagen, Ausschnitt aus dem US-Patent 9,256,852 ²²

Noch in diesem Jahr möchte die Deutsche Post automatisiert fahrende Zustellfahrzeuge testen. Beim gemeinsam mit dem Partner Nvidia entwickelte «Streetscooter» ist vorgesehen, dass der «Fahrer» im Bereich von kurz aufeinanderfolgenden Bedienpunkten neben dem Fahrzeug gehen kann. So braucht er nicht jedes Mal einzusteigen und nach wenigen Metern bereits wieder auszusteigen²³.



Abbildung 12: Autonom fahrenden Streetscooter der deutschen Post ²⁴

21 Eiichi Taniguchi, Kyoto University: «City logistics: Best practices in Japan for sustainable and liveable cities, 10.10.2017

22 <http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=09256852> (abgerufen am 09.02.2018)

23 <https://www.heise.de/autos/artikel/Autonom-fahrender-Streetscooter-ab-2018-im-Test-3856247.html> (abgerufen am 09.02.2018)

24 <https://www.heise.de/autos/artikel/Autonom-fahrender-Streetscooter-ab-2018-im-Test-3856247.html> (abgerufen am 09.02.2018)

3.3 Spezialsysteme

3.3.1 Paketroboter

Paketroboter sind autonome Fahrzeuge, welche für die Zustellung oder Abholung von Paketen geeignet sind.

Lieferroboter der Schweizerischen Post (Pilotbetrieb)

Die Schweizerische Post hat im September 2016 Tests mit selbstfahrenden Lieferrobotern durchgeführt, um deren Eignung für die Ware Zustellung auf der letzten Meile zu prüfen. Zum Einsatz kamen dabei Modelle des Herstellers Starship Technologies, die eine Nutzlast von bis zu 10 Kilogramm über eine Distanz von rund 6 Kilometern befördern können.



Abbildung 13: Paketroboter der Schweizerischen Post²⁵

Als konkrete Einsatzgebiete erkennt die Post Spezialsendungen, die flexibel, schnell und günstig in einer lokalen Umgebung ausgeliefert werden müssen. Ebenso sind Anwendungen wie Same Day- oder Same Hour-Delivery, Essenslieferungen oder bei Hauslieferungen von medizinischen Produkten denkbar.

Die Navigation erfolgt auf Basis von GPS und visueller Erkennung der Umgebung mittels Kameras.

Die Testfahrten wurden in den Gemeinden Bern, Köniz und Biberist durchgeführt. In Zürich wurde das System in Kooperation mit Jelmolli getestet²⁶.

Weitere Pilotbetriebe

Ähnliche Versuche mit Paketrobotern haben u.a. die Firmen Hermes in Hamburg²⁷, Domino's Pizza in Hamburg²⁸ oder die Österreichische Post gemeinsam mit der TU Graz²⁹ durchgeführt.

25 <https://www.post.ch/de/ueber-uns/unternehmen/medien/medienmitteilungen/2016/post-testet-selbstfahrende-lieferroboter> (Abgerufen am 16.01.2018)

26 <https://www.post.ch/de/companycars/post-company-cars-ag/medien/2017/lieferroboter-der-post-sind-im-einsatz-fuer-jelmoli> (Abgerufen am 16.01.2018)

27 <https://www.welt.de/wirtschaft/article158603688/Paketroboter-6D9-faehrt-durch-Hamburgs-Strassen.html> (Abgerufen am 16.01.2018)

28 <https://www.golem.de/news/starship-technologies-domino-s-liefert-in-hamburg-pizza-per-roboter-aus-1703-127039.html> (Abgerufen am 24.01.2018)

29 <http://steiermark.orf.at/news/stories/2873867/> (Abgerufen am 16.01.2018)



Abbildung 14: Postroboter in Graz³⁰

Diebstahl

Ein Thema bei Lieferrobotern ist die Sicherheit gegen Diebstahl: Bei einem *unbegleitet* verkehrenden Lieferroboter dürfte – trotz vorhandener Kameras und GPS – die Hemmschwelle vergleichsweise etwas niedriger sein, um den Inhalt eines Paketroboters, oder gar den ganzen Paketroboter zu stehlen. In den USA wurde ein entsprechender Fall publik³¹.

3.3.2 Drohnen

Zulassungsbedingungen

Für den Betrieb von Drohnen und Flugmodellen mit einem Gewicht von über 30 Kilogramm braucht es eine Bewilligung des BAZL. Das Amt legt die Bedingungen für die Zulassung und den Betrieb in jedem einzelnen Fall fest. Die Vorgaben für den Betrieb von Drohnen und Flugmodellen bis zu einem Gewicht von 30 Kilogramm finden sich in der «Verordnung des UVEK über Luftfahrzeuge besonderer Kategorien».³²

Drohnenverbindung zwischen zwei Spitälern (Pilotbetrieb)

Die Schweizerische Post, der Spitalverbund EOC und der Drohnenhersteller Matternet testeten im März 2017 eine Drohnenverbindung zwischen dem Ospedale Italiano und dem Ospedale Civico. Hierbei wurden Laborproben in speziellen Sicherheitsboxen befördert, welche die Transportvorschriften für biologische Stoffe erfüllen. Die Beladung der Drohnen erfolgte manuell, zukünftig soll hier eine vollautomatische Logistikstation zum Einsatz gelangen.

Der eingesetzte Quadrocopter hat einen Durchmesser von 80 cm, eine maximale Reichweite von 20 km und fliegt mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 72 km/h. Die zulässige Nutzlast beträgt 2 Kilogramm. Sowohl Autopilot als auch weitere wichtige Sensoren sind in doppelter Ausführung vorhanden. Die Drohne ist mit einem Verkehrsinformations- und Kollisionsvermeidungssystem ausgestattet (Empfang und Versand von Signalen). Sollte die gesamte Elektronik ausfallen, wird automatisch ein Fallschirm ausgelöst. Am Start- und Landepunkt stellt ein sogenanntes

30 <http://steiermark.orf.at/news/stories/2873867/> (Abgerufen am 16.01.2018)

31 Tages Anzeiger: «Die Lieferroboter lassen sich knacken», 19.01.2018

32 <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle/allgemeine-fragen-zu-drohnen.html> (abgerufen am 26.01.2018)

«Landing Pad» sicher, dass die Drohne dank Infrarotsignal eine punktgenaue Landung durchführen kann.³³



Abbildung 15: Drohne für die Logistik der Schweizerischen Post³⁴

Drohnen-Flugplätze der Zukunft (Studie)

Sollen Pakete in grösseren Mengen mittels Drohne ausgeliefert werden, so sind die Distanzen zwischen den bestehenden Logistikzentren und den Endkunden in den Städten oft zu gross.

Der Internetkonzern Amazon denkt daher über kreative Lösungsmöglichkeiten nach, die Paketzentren näher an die besiedelten Gebiete zu bringen: In Städten könnten zukünftig mehrstöckige Logistikzentren errichtet werden, welche die Form eines Bienenstocks haben und zahlreiche Drohnenlandeplätze für den Belad aufweisen, inklusive Ladestationen für Akkus. Die Anlieferung der Pakete erfolgt per Lastwagen, der Versand auf der letzten Meile per Drohne.³⁵

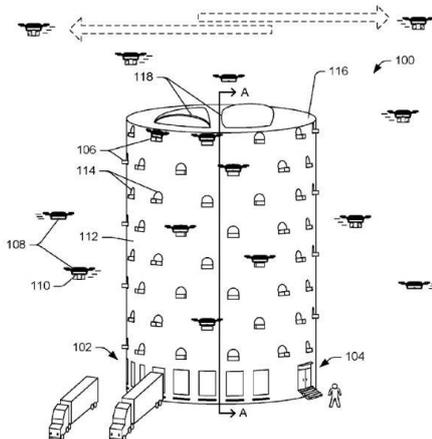


Abbildung 16: Logistikgebäude für Paket-Drohnen³⁶

33 <https://www.post.ch/de/ueber-uns/unternehmen/innovation/innovationen-der-post-fuer-sie/drohnen-in-der-logistik> (Abgerufen am 16.01.2018)

34 <https://www.post.ch/de/ueber-uns/unternehmen/innovation/innovationen-der-post-fuer-sie/drohnen-in-der-logistik> (Abgerufen am 16.01.2018)

35 <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/it/amazon-so-stellt-sich-der-konzern-die-zukunft-der-paketauslieferung-vor-a-1154457.html> (Abgerufen am 16.01.2018)

36 Foto: United States Patent and Trademark Office

4 Automatisierte Fahrzeuge und City Logistik

4.1 Allgemeine Trends

Zum Begriff «City-Logistik» gibt es keine eindeutige Definition. Allgemein werden darunter Konzepte verstanden, welche die Bündelung des städtischen Güterverkehrs – und insbesondere den Teilladungsverkehr – zum Ziel haben und dadurch letztlich die Anzahl Güterverkehrsfahrten und die Belastung der Verkehrsräume reduzieren helfen.

Die Gründe für die angestrebte Reduktion der Anzahl Güterverkehrsfahrten sind vielfältig: Im Fokus stehen einerseits die Leistungsfähigkeit des Strassennetzes, andererseits aber auch ökologische Aspekte wie durch Güterverkehr verursachte CO₂-Emissionen, Lärm etc. Die Transportunternehmen selbst sind auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen an einer Minimierung der Anzahl Fahrten bzw. der Fahrtkilometer interessiert.

Seit vielen Jahren wird in diesem Themenfeld geforscht und verschiedene Ansätze wurden getestet, wie eine Bündelung von Güterverkehrsfahrten und eine Reduktion der Emissionen in Stadtzentren erreicht werden könnten. Wichtige Elemente solcher Ansätze sind die Betriebskonzepte, Standort von Umschlag-Hubs sowie Art und Grösse der Verteilfahrzeuge.

Ein Über- und Ausblick zur Entwicklung von «City Logistik»-Konzepten ist in nachstehender Abbildung dargestellt.

	City logistics 1.0 (1990s)	City logistics 2.0 (2000s)	City logistics 3.0 (2010s)	City logistics 4.0 (Future)
Characteristics	Trade-off between efficiency and environment friendliness	Balancing efficiency and environmental friendliness	Sharing ideas and policy measures and evaluating among stakeholders	Totally managing efficiency, environment, energy, health, and quality of life
Approaches	Subsidies, regulations	Co-opetition among private companies	Public-private partnerships	Integrated platform
Techniques	Primitive computers	Personal computers, ICT, ITS	Mobile phone, advanced communication	IoT, AI, robots, 3D printers, autonomous vehicles
Industry		Mass production	Mass production with ICT	Mass customisation
Models	Vehicle routing and scheduling model	Vehicle routing and scheduling model with ITS	Multi-agent model with learning	Multi-agent model with adaptive learning

Abbildung 17: Über- und Ausblick zur Entwicklung von City Logistik³⁷

Güterverkehr in den Innenstädten wird vor allem in folgenden Bereichen generiert³⁸:

- Anlieferung von Verkaufsgeschäften (und Dienstleistungsbetrieben)
- Express, Kurier und Postdienstleistungen
- Versorgung von Hotels, Restaurants und Catering

37 Eiichi Taniguchi, Kyoto University: «City logistics: Best practices in Japan for sustainable and liveable cities», 10.10.2017

38 JLL: « More than the last mile – How smarter logistics can help to shape tomorrow's cities », Research Report, April 2017

— Baustellen

— Abfall und Recycling

Das Bedürfnis und die Notwendigkeit, neue «City-Logistik»-Konzepte zu etablieren, hat in den letzten Jahren zugenommen:

— Business-to-Consumer (B2C): Im Online-Handel sind sehr hohe Wachstumsraten zu verzeichnen, im Jahr 2016 in der Schweiz um 8,3%. Besonders häufig online bestellt werden Heimelektronik und Kleider. Überdurchschnittlich wachsen die Online-Auslandeinkäufe, diese haben sich seit 2012 verdoppelt³⁹. In der Folge ist auch ein Anstieg der Anzahl beförderter Pakete zu verzeichnen. Die Schweizerische Post hat 2016 gegenüber dem Vorjahr rund 6% mehr Pakete ausgeliefert⁴⁰. Eine Fortsetzung dieses Trends wird erwartet.

— Business-to-Business (B2B): Zu den grossen Logistiktrends 2017 gehören Klimaschutz, Digitalisierung, urbane Logistik und Individualisierung⁴¹. Die Digitalisierung und Individualisierung führt zu einer Zunahme von «Logistics-on-demand». Dies erlaubt, Lager zu reduzieren und besser auf Kundenwünsche eingehen zu können. Aus logistischer Sicht bedeutet dies, dass Bestellungen kurzfristiger erfolgen und Waren rascher geliefert werden müssen.

Diese Trends führen unweigerlich zu einer Zunahme der Anzahl Sendungen, zu einer Verkleinerung der durchschnittlichen Sendungsgrössen und damit auch zu einer Verkehrszunahme. Demgegenüber stehen die begrenzten und kaum erweiterbaren Verkehrsflächen im städtischen Raum, auf welchem nicht nur mehr Güterverkehr, sondern insbesondere auch mehr Personenverkehr (Motorisierter Individualverkehr, öffentlicher Verkehr, Langsamverkehr) abzuwickeln ist.

Wieviel die Zunahme des Güterverkehrs aufgrund der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung einerseits und aufgrund der mit der Digitalisierung resultierenden Veränderung der Konsumgewohnheiten andererseits beträgt, kann im Rahmen dieser Untersuchung nicht abgeschätzt werden. Es kann jedenfalls davon ausgegangen werden, dass der Güterverkehr im Vergleich zum Personenverkehr überproportional wachsen wird.⁴²

Um die negativen Auswirkungen dieser Verkehrszunahmen einzudämmen, sind innovative Lösungen notwendig. Die grosse Menge an zu befördernden Sendungen und die aus der Digitalisierung resultierende Individualisierung (Distribution von Kleinpaketen an disperse Adressen zu unterschiedlichen Zeiten) stellen eine Herausforderung an eine effiziente «City-(Verteil-)Logistik» dar. Zudem resultieren erhöhte Anforderungen an die Kunden bezüglich Abholbereitschaft. Diese Herausforderungen und Veränderungen stellen gerade beim innerstädtischen Verkehr aber auch eine Chance dar,

39 Handelszeitung: «Online-Handel legt in der Schweiz weiter zu», xx.xx.2017

40 Handelszeitung: «Onlinehandel beschert der Post eine Päckli-Flut», xx.xx.2017

41 Verkehrsrundschau spezial: «Logistik-Trends 2017», Jahressonderheft 2017

42 Bundesamt für Raumentwicklung: «Verkehrsperspektiven 2040, Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs in der Schweiz», August 2016

dass sich neue Lösungen auch durchsetzen werden und «City-Logistik»-Konzepte über einen «Nischen-Status» hinausgehen können.

Innovative «City-Logistik»-Konzepte bestehen jeweils aus einem oder mehreren der nachfolgend aufgelisteten Elemente:

- Fahrzeugseitige Lösungen
 - E-Mobility: Einsatz von Elektrofahrzeugen für die Distribution
 - Cargo Bike: Einsatz von (Elektro-) Fahrrädern für die Distribution
- Infrastrukturseitige Lösungen
 - Umschlagpunkte für Warenkonsolidation für letzte Meile
 - Distributionszentren innerstädtisch oder am Stadtrand (Warenumschlag Strasse – Strasse)
 - Warenumschlagpunkt Schiene – Strasse
 - Paketstationen
 - Integriert in Verkaufsgeschäfte, als Zusatzdienstleistung
 - Anlagen mit Funktionalität Paketstation als Kerngeschäft, auch mit speziellen Bereichen wie z.B. Kühlfächer für Lebensmittel

In den im Rahmen dieser Studie recherchierten, aktuell geplanten und realisierten City-Logistik-Konzepten stehen *automatisierte* Güterverkehrsfahrzeuge (noch) nicht im Fokus.

4.2 Einflussfaktoren auf die Gestaltung einer Transportkette

Wie eine bestimmte Transportkette im Teilladungsverkehr organisiert ist und wie die Übergabe eines Gutes vom Versender an den Empfänger erfolgt, ist für die Betrachtung des automatisierten Fahrens im Güterverkehr zu reflektieren. Einflussfaktoren sind:

- Art der Kundenbeziehung
- Ort des Übergabepunktes der Güter
- Infrastruktur und Geräte am Übergabepunkt der Güter
- Verfügbarkeit von Personal am Übergabepunkt der Güter
- Sendungsgrösse
- Spezielle Anforderungen aufgrund der Warenart
- Fahrzeuggrösse
- Ausstattung des Fahrzeugs
- Übergabezeitpunkt der Güter
- Transportdistanz

Für jeden dieser Faktoren sind unterschiedliche Ausprägungen möglich. Die Faktoren und deren Ausprägungen beeinflussen sich gegenseitig. In nachstehender Tabelle sind diese Ausprägungen aufgelistet und mit typischen Beispielen erläutert.

Die Einführung von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen (aGFz) ergibt zusätzliche mögliche Ausprägungen beim Einflussfaktor «Ausstattung des Fahrzeugs» (vgl. grau markierte Felder in Tabelle 4).

Einflussfaktor	Ausprägung	Beispiel
Art der Kundenbeziehung	Business to Consumer (B2C)	Zustellung von Paketen an Privathaushalte
	Business to Business (B2B)	Belieferung mehrerer Filialen eines Textil-Kette
Ort des Übergabepunktes	Beim Empfänger	Getränkeshändler beliefert Restaurant
	Bei einer speziell für die Warenübergabe geschaffenen Infrastruktur	Paketstation
	Beim Versender	Privatperson holt Computer direkt im Abhollager eines Elektronik-Online-Versandhändlers ab
Infrastruktur am Übergabepunkt der Güter	Laderampe oder markierte Umschlagfläche (uneingeschränkt nutzbar)	Wareneingangsrampe bei Produktionsbetrieb; Ladengeschäft im Innenstadtbereich mit eigenem, reserviertem Parkfeld für Anlieferung
	Laderampe (nicht uneingeschränkt nutzbar)	Wareneingangsrampe in Einkaufszentrum
	Markierte Umschlagfläche (nicht uneingeschränkt nutzbar)	Markierte Fläche für Warenumschlag im öffentlichen Strassenraum
	Keine für den Warenumschlag speziell markierte Umschlagfläche	Öffentlicher Strassenraum
Verfügbarkeit von Personal am Übergabepunkt für Warenempfang	Personal jederzeit vor Ort verfügbar	Grössere Verkaufs-, Produktions- oder Dienstleistungsbetrieb
	Personal vor Ort nur auf Voranmeldung verfügbar	Privathaushalt, Kleinbetriebe, Betriebe wo Übergabepunkt nicht unmittelbar neben Betriebsstandort
	Kein Personal vor Ort verfügbar	Tagsüber bei Privathaushalten
Grösse der zu transportierenden Ware	Paket	Zustellung von Paketen an Privathaushalte
	Stückgut	Belieferung von Produktionsbetrieben oder Verkaufsgeschäften, Anlieferung Papier an Dienstleistungsbetriebe, Auslieferung Waschmaschine an Privathaushalt

Tabelle 3: Übersicht zu Elementen mit Einfluss auf die Gestaltung der Transportkette

Einflussfaktor	Ausprägung	Beispiel
Spezielle Anforderungen aufgrund Warenart	Besondere Anforderungen bzgl. Lagerung	Gekühlte Frischprodukte, gefährliche Güter
	Besondere Anforderungen bzgl. Übergabe von Gütern	Geldtransport
Fahrzeuggrösse	Lastwagen	Stückgutverkehr
	Lieferwagen	Paketsdienstverkehr
Ausstattung Fahrzeug	Mit Fahrer	Heute = Regelfall
	Ohne Fahrer / Begleitperson	Mit automatisierten Fahrzeugen möglich (Automatisierungsgrad 5a/5b)
	Mit Entladeroboter	Mit automatisierten Fahrzeugen möglich (Automatisierungsgrad 5b)
	Fahrzeugseitig keine Hilfsmittel für Be- und Entladung vorhanden	Empfänger alleine für Entladung zuständig.
Zeitpunkt der Durchführung der Fahrt bzw. Übergabezeitpunkt der Güter	Tagsüber	Regelfall
	Nachts	Lebensmitteltransporte
Transportdistanz (Entfernung Versand- und Empfangspunkt)	Kurzstrecke ($\approx <20$ km)	Auslieferung Postverkehr
	Mittelstrecke ($\approx 20-50$ km)	Belieferung von Tankstellen-shops

Tabelle 4: Übersicht zu Elementen mit Einfluss auf die Gestaltung der Transportkette (Fortsetzung)

Jede Transportkette wird in der Regel so geplant, dass sie – unter Einhaltung der geforderten Qualität – mit minimalen Kosten abgewickelt werden kann. Die oben genannten Einflussfaktoren und deren Ausprägungen bestimmen die Qualität und den Preis mit.

Stehen zukünftig automatisierte Güterverkehrs-Fahrzeuge zur Verfügung, so wird das Optimum aus Preis und Qualität möglicherweise dann erreicht, wenn auch bestimmte Ausprägungen von fahrzeugunabhängigen Einflussfaktoren ändern.

Im nächsten Kapitel wird dargelegt, welche Wirkung die Einführung von automatisierten Fahrzeugen auf die übrigen Einflussfaktoren haben.

4.3 Auswirkungen von automatisierten Fahrzeugen auf Organisation und Betriebskonzepte, Flächen und Anlagen

Mit der Einführung von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen (aGFz, Last- und Lieferwagen) können zukünftig Transportketten und die Übergabe von Waren gegenüber heute anders organisiert werden.

Nachstehend wird – gegliedert nach den für die Gestaltung der Transportkette relevanten Einflussfaktoren – aufgeführt, welche Veränderungen und Entwicklungen mit aGFz resultieren können.

4.3.1 Art der Kundenbeziehung

Sowohl bei den Kundenbeziehungen B2C als auch B2B ist der Einsatz von aGFz grundsätzlich denkbar.

4.3.2 Ort des Übergabepunktes der Güter

Warenübergabe beim Empfänger

Üblicherweise werden die Waren heute direkt vom Versender bzw. durch einen von ihm beauftragten Transportunternehmer oder Paketdienstleister beim Empfänger der Ware ausgeliefert. Dies dürfte auch zukünftig mit der Einführung von aGFz die häufigste Form bleiben. Dies gilt insbesondere für den B2B-Bereich. Im B2C-Bereich dürfte vermehrt eine Verlagerung an andere Übergabepunkte erfolgen (vgl. nachstehende Absätze).

Bei einer speziell für die Warenübergabe geschaffenen Infrastruktur

In den vergangenen Jahren haben sich vor allem im B2C-Bereich aus verschiedenen Gründen sogenannte Paketstationen etabliert:

- Pakete können an Paketstationen versandt und abgeholt werden. Sie verfügen meist über erweiterte Öffnungszeiten. Dies ist v.a. für berufstätige Kunden von Nutzen, die tagsüber zum Zeitpunkt der Paketzustellung nicht zuhause sind. Das Paket lassen sie an eine Adresse liefern, wo sie den Abholzeitpunkt selber bestimmen können. Neben den klassischen Poststellen sind Paketstationen oft auch als Zusatzdienstleistung bei anderen Verkaufsgeschäften verbreitet (Bahnhöfe, Kioske, Tankstellen, Drogerien, Papeterien, Tourist-Informationen, Postagenturen, etc.). Die Schweizerische Post beispielsweise bietet dieses Angebot unter dem Namen PickPost an, wobei rund 2'400 PickPost-Stellen vorhanden sind⁴³. An den DHL-Service-Points beispielsweise können je nach Standort Pakete entweder nur abgeholt oder aber abgeholt und versandt werden.
- Um Versand- und Zollgebühren zu sparen, kann es beim Einkauf bei ausländischen Online-Händlern interessant sein, Pakete nicht nachhause, sondern an eine Paketstation im grenznahen Ausland liefern zu las-

43 https://www.post.ch/de/privat/themen-a-z/sendung-empfangen/praktisches-fuer-empfaenger/pickpost?WT.mc_id=pl_pla_201604_de_adwo_google_na_na_ppbra (abgerufen am 23.01.2018)

sen und das Paket selbst abzuholen. Es gibt diverse Anbieter, die auf diese Kundengruppe spezialisiert sind (z.B. Grenzpaket Logistics).

Mit der Verbreitung von automatisierten Fahrzeugen ist es denkbar, dass Privatpersonen oder kleinere Unternehmen Pakete unbegleitet mit aFz an Paketstationen zum Versand bringen oder dort abholen lassen.

Ein solches Modell stellt neue Anforderungen an Paketstationen:

- An Paketstationen müssen ausreichend Parkplätze für aFz vorhanden sein.
- Werden die Pakete vermehrt mit aFz gebracht oder abgeholt, so werden für Paketstationen die Standortkriterien wie «zentrale, verkehrsgünstige Lage» weniger relevant, da aFz einfach auch in periphere Industriezonen fahren können.
- Die Funktion Paketstation ist meist nur eine Nebentätigkeit resp. Zusatzdienstleistung eines Verkaufsgeschäfts. Findet die Paketübergabe/-übernahme nicht mit dem Kunden am Ladentisch statt, sondern muss das Personal das Paket in das aFz bringen bzw. aus diesem entnehmen, so wird das Personal zeitlich mehr beansprucht. Wenn die aFz auch ein paar Minuten länger vor dem Geschäft halten können, so kann diese Tätigkeit – je nach Andrang im Geschäft – auch zeitlich etwas flexibler gehandhabt werden und auf eine ruhigere Minute verschoben werden.
- Es muss sichergestellt werden, dass das Personal die Berechtigung hat, innerhalb eines bestimmten Zeitfensters das aFz entriegeln bzw. zusperren zu können. Hierzu gibt es bereits heute technisch erprobte und bewährte Lösungen (z.B. analog Zugriff zu Mobility-Autos).
- Für Paketstationen sind aFz weniger interessant, da für sie die Paketübergabe mit mehr Aufwand verbunden ist und zugleich der direkte Kundenkontakt – und damit möglicherweise der Verkauf von weiteren Artikeln oder Dienstleistungen – entfällt.

Anstelle von Paketstationen ist auch ein Modell mit Paketfachboxen denkbar. Die einzelnen Pakete werden in diesen Paketfachboxen eingefüllt und die Paketfachboxen werden durch ein aGFz angeliefert, bspw. in einem Quartierzentrum abgestellt bzw. wieder aufgenommen und wegtransportiert. Die Personen, welche ein Paket empfangen, können ihr Paketfach mit einem Zugangscode öffnen. Die Standorte der Paketfachboxen liegen in der Nähe des Domizils des Empfängers, die Abholung durch den Paketempfänger erfolgt zu Fuss oder mit einem Fahrzeug. Da es sich hierbei um eine Selbstbedienungsanlage handelt, ist ein Abholenlassen der Pakete durch ein aFz nicht möglich.

Warenübergabe beim Lieferanten

Stehen Privatpersonen oder auch Unternehmen automatische Fahrzeuge zur Verfügung, so können diese für das Abholen von Waren direkt beim Lieferanten genutzt werden. Voraussetzung dafür ist, dass Leerfahrten von privaten aFz zugelassen werden. Für den Besteller / Empfänger der Waren ist dies mit verschiedenen Vorteilen verbunden:

- Steht dieses Fahrzeug (im Eigentum) zur Verfügung, so kann dieses durch Abholfahrten besser ausgelastet werden.
- Der minimale Zeitbedarf zwischen der Bestellung der Ware und dem Eintreffen beim Empfänger wird durch zwei Zeitkomponenten bestimmt:
 - Zeitbedarf, bis Ware beim Lieferanten versandbereit ist (Einkauf, Produktion).
 - Zeitbedarf für den Transport: normalerweise werden diese Transporte über ein Logistikzentrum geführt (z.B. Paketsortieranlage der Schweizerischen Post) und die Auslieferung erfolgt erst am nächsten Werktag.

Kann nun die Ware durch den Empfänger bzw. durch dessen aFz direkt abgeholt werden, so kann der Zeitbedarf für den Transport ev. erheblich reduziert werden.

- Die Lieferzeit erreicht somit «Express-Qualität», während bei den Transportkosten nur die Grenzkosten für die Fahrt des aFz anfallen. Je nach Transportdistanz kann sich somit das Verhältnis Lieferzeit vs. Transportkosten für den Besteller der Ware erheblich verbessern.

Setzt sich dieses Modell durch, sind auf Seiten des Versenders der Ware verschiedene organisatorische und infrastrukturelle Anpassungen erforderlich:

- Bei einem Lieferanten werden heute in der Regel die Waren ein oder mehrmals täglich mit Lastwagen gebündelt versandt (eigener Lastwagen oder Abholung durch Transportunternehmen). Neu würden zusätzlich viele Pakete / Stückgüter einzeln abgeholt. Neben einer Laderampe, oder allenfalls an einem anderen Standort, werden zusätzlich Parkfelder für aFz benötigt.
- Der Belad der aFz ist durch Personal (oder Roboter) des Lieferanten einzeln durchzuführen. Hier werden mehr Ressourcen gebunden, diese Dienstleistung kann dem Kunden aber auch weiterverrechnet werden.
- Bei einem gebündelten Versand kann ein Produktions- oder Handelsbetrieb die einzelnen Sendungen kontinuierlich in den Warenausgang verschieben. Die Sortiertätigkeit für die Belieferung der Kunden erfolgt anschliessend nicht in-house, sondern in der Sortieranlage des Paketdienstes oder des Spediteurs. Sind neu Einzelabholungen beim Versender möglich, so muss dieser die Pakete / Stückgüter so zwischenlagern, dass sie beim Eintreffen des abholenden Fahrzeuges rasch bereitgestellt werden können.
- Es ist sicherzustellen, dass der Lieferant das externe aFz entriegeln, die Ware im Fahrzeug deponieren und das aFz wieder verriegeln kann. Dieser Prozess muss im Rahmen des elektronischen Datenverkehrs gelöst werden.

4.3.3 Infrastruktur am Übergabepunkt der Güter

Laderampe oder markierte Umschlagfläche (uneingeschränkt nutzbar)

Stehen Laderampen oder markierte Umschlagflächen für ein einzelnes Unternehmen zeitlich uneingeschränkt zur Verfügung, so verändert sich dies mit dem Einsatz von aGFz nur insofern, als dass – bei einem unbegleiteten aGFz – der Be- und Entlad ausschliesslich über das vor Ort zur Verfügung stehende Personal durchzuführen ist.

Rampen- oder Umschlagplatz-Bewirtschaftungssysteme (Zuscheidung von Zeitfenstern, Tor-Nummern etc.) können bei klassischen und automatisierten Fahrzeugen betrieben werden, wobei beim Einsatz von aGFz zumindest die Mitteilung der Tor-Nummer in einem elektronischen Format zwingende Voraussetzung ist. Werden nicht nur unternehmenseigene Fahrzeuge eingesetzt, so ist die Kompatibilität der elektronischen Kommunikationssysteme der verschiedenen Fahrzeuge sicherzustellen.

Laderampe (nicht uneingeschränkt nutzbar)

Teilen sich mehrere Unternehmen eine Laderampe, beispielsweise in Einkaufszentren, so besteht unabhängig von aGFz Koordinationsbedarf. Je nach Angebot und Nachfrage an Rampenplätzen braucht es definierte Abläufe zur Koordination der Belegung dieser Rampenplätze.

Ist die Nachfrage hoch und das Angebot knapp, so sind Reservationen von Zeitfenstern unumgänglich. Bezüglich der Vorausbuchungsfrist, Zuteilungsabläufe, der zulässigen Zeitfenster und des Umgangs bei Nichteinhaltung der Vereinbarungen (z.B. verspätete Ankunft) bestehen verschiedene Modelle.

Diese Prozesse dürften sich in Zukunft ändern, wobei diese Entwicklung unabhängig von aGFz ist:

- Mit zunehmender Digitalisierung stehen mehr Daten zu Fahrtwünschen zur Verfügung. Je nach Grad der Vernetzung dieser Daten ist zu erwarten, dass dadurch zukünftig genauere Verkehrsprognosen möglich sein werden und die Belegungszeitfenster an den Rampen dynamischer und besser geplant werden können. Bei grösseren Anlagen kann dadurch allenfalls die Anzahl notwendiger Rampenplätze reduziert werden.
- Verkehren die aGFz ohne Fahrer, so muss die Ankunft der Fahrzeuge mit elektronischen Hilfsmitteln angemeldet werden. Ebenso muss der Entlad durch Personal vor Ort durchgeführt werden. Nach dem Belad muss die Bereitschaft für die Weiterfahrt durch Personal vor Ort nach einem zu definierenden Ablauf gemeldet werden.

Markierte Umschlagfläche (nicht uneingeschränkt nutzbar)

Auf Privatarealen und im öffentlichen Strassenraum gibt es teilweise markierte Parkfelder, welche dem Warenumschlag vorbehalten sind.

Mit der Einführung von aGFz sind hier folgende Aspekte zu beachten:

- Analog zu den Laderampen können hier Bewirtschaftungs-Systeme eingeführt werden.

- Die speziell für den Güterumschlag bezeichneten Haltebereiche werden heute teilweise von Kurzparkierenden missbraucht. Um dies zukünftig zu verhindern, wäre denkbar, dass bei solchen Warenumschnlagzonen nur mehr (automatisierte) Güterverkehrs-Fahrzeuge mit entsprechender Bewilligung parken dürfen. Die Bewilligung könnte vorgängig beantragt werden müssen, die Kontrolle erfolgt mittels elektronischer Kontrolle:
 - Digitale Anzeige des Nummernschilds mit Parkberechtigung
 - Nur dasjenige aGFz mit aktueller Reservierung kann mit vereinbartem Zugangscode Poller senken und damit Zufahrt ermöglichen. Bei solchen Lösungen muss jeweils bedacht werden, dass dadurch der Fussverkehr gestört oder andere Nutzungen verunmöglicht werden. Zudem sind dies sehr teure Lösungen.
- Mit zunehmender Verbreitung von aGFz werden mehr Fahrten zur Abholung oder Lieferung von Waren durchgeführt. Der Bedarf nach entsprechenden Umschlagflächen wird steigen. Es ist zu regeln, in welchem Ausmass zukünftig auf dem öffentlichen Strassennetz solche Flächen vorgehalten werden müssen, oder ob und unter welchen Umständen dies Sache der Grundstückeigentümer ist.

Keine für den Warenumschnlag speziell markierte Umschlagfläche

Warenumschnlag findet heute oftmals auf Flächen statt, die nicht speziell für diesen Zweck gekennzeichnet sind. Typische Fälle für solchen Warenumschnlag sind:

- Anlieferung Paketbote / KEP-Dienstleister
- Anlieferung von Möbel
- Lastwagen für Umzug-Dienstleistungen
- Last- und Lieferwagen von Handwerkern für Baustellen
- Lieferwagen für Unterhaltsdienste (Servicefahrten)

An welchen Stellen und unter welchen Bedingungen ein solches (kurzzeitiges) Halten für den Güterumschnlag gestattet ist, wird in der Verkehrsregelnverordnung⁴⁴ (Art. 18, 19 und 21) festgehalten. Eine korrekte Anwendung dieser Vorschriften durch den Fahrer setzt die Kenntnis derselben voraus. Ebenso ist eine gute Beobachtungsgabe erforderlich, um deren Einhaltung einschätzen und prüfen zu können.

Nachstehend sind einige Auszüge aus der Verkehrsregelnverordnung aufgelistet:

- Das Halten auf der linken Strassenseite ist nur in schmalen Strassen mit schwachem Verkehr zulässig. (Art. 18, Abs. 1c)
- Das freiwillige Halten an unübersichtlichen Stellen, namentlich im Bereich von Kurven und Kuppen, ist untersagt. (Art. 18, Abs. 2a)
- Das freiwillige Halten vor Signalen, wenn sie verdeckt würden, ist untersagt. (Art. 18, Abs. 2g)

44 Schweizerische Eidgenossenschaft: «Verkehrsregelnverordnung (VRV)», 741.11, 13.11.1962 (Stand 15.01.2017)

- Das Halten zum Güterumschlag neben Fahrzeugen, die längs des Strassenrandes parkiert sind, ist nur zulässig, wenn der Verkehr nicht behindert wird. Parkierten Wagen ist die Wegfahrt auf Verlangen unverzüglich zu gestatten. (Art. 18, Abs. 4)
- Können Fahrzeuge zum Güterumschlag nicht ausserhalb der Strasse oder abseits vom Verkehr halten, so ist die Behinderung anderer Strassenbenützer möglichst zu vermeiden und die Ladetätigkeit ohne Verzug zu beenden. (Art. 21, Abs. 2)
- Muss ein Fahrzeug zum Güterumschlag halten, wo es den Verkehr gefährden könnte, z.B. auf kurvenreicher Bergstrasse, so sind Pannensignale oder Warnposten aufzustellen. (Art. 21, Abs. 3)

Verkehren aGFz ohne Begleitperson, so ist derzeit schwer vorstellbar, dass diese Fahrzeuge bzw. deren Kameras und Sensoren das Umfeld einschätzen können, ob nun das Anhalten für den Güterumschlag an einer bestimmten Stelle zulässig ist oder nicht. Möglicherweise könnte mit der Verbreitung von aFz die Anforderung erwachsen, dass von Seiten der Verkehrsinfrastrukturbetreiber elektronische Kartengrundlagen bereitzustellen sind, deren Informationen die Einhaltung der Verkehrsregelverordnung ermöglichen.

Realistischer dürfte wohl sein, dass ein Güterumschlag auf nicht speziell für den Güterumschlag bezeichneten Flächen nie ohne eine vor Ort befindliche, für das Fahrzeug verantwortliche Person stattfinden darf und wird.

4.3.4 Verfügbarkeit von Personal am Übergabepunkt der Güter

Personal jederzeit vor Ort verfügbar

Selbst bei vollautomatisierten aGFz werden auch zukünftig oftmals Fahrer – oder vielleicht eher Fahrzeugbegleiter – mitfahren. Oft übernehmen diese die Funktion der Ladetätigkeit sowie die Ladungssicherung.

Ist keine Begleitperson auf dem Fahrzeug, so muss die Ware durch Personal vor Ort ent-/beladen werden. Eine permanente Anwesenheit von Personal für die Be- und Entladetätigkeit dürfte nur bei grösseren Logistikanlagen gegeben sein.

Bei der Ladetätigkeit wird die Aufgabenteilung zwischen Fahrer und Personal vor Ort (Empfänger) unterschiedlich gehandhabt, wie nachfolgende Beispiele zeigt:

- In der Schweiz ist es üblich, dass der Fahrer oft beim Be- und Entladen mithilft.

Gemäss der Verkehrsregelverordnung hat sich der Fahrer zu vergewissern, dass Fahrzeug und Ladung in vorschriftgemäsem Zustand sind. Daran dürfte sich auch nichts ändern, wenn die Ladung durch Dritte vorbereitet und gesichert wird.⁴⁵

45 ASTAG, Les Routiers Suisses, Schweizer Armee, ACVS, FVS: « Richtig Laden, Richtig Sichern », 2007

- In benachbarten Ländern ist es weit weniger üblich, dass der Fahrer beim Be- und Entladen mithilft.

Die Verantwortlichkeiten sind beispielsweise in Deutschland anders geregelt. Das deutsche Handelsgesetzbuch unterscheidet seit 1998 zwischen beförderungssicherer und betriebssicherer Ladung: Für die betriebssichere Ladung ist der Frachtführer, also z.B. der Fahrer, verantwortlich, für die beförderungssichere Ladung der Absender, also der Auftraggeber. Die Ladung ist beförderungssicher, wenn das Ladegut so verstaut oder befestigt wird, dass es einen normalen Transport unbeschadet überstehen kann. Die Ladung ist betriebssicher, wenn sie selbst ausreichend geschützt ist und niemanden gefährdet oder schädigt.⁴⁶

Personal vor Ort nur auf Voranmeldung verfügbar

Für die Auslieferung an der Adresse eines „kleinen“ Empfängers (Privatperson, kleines Geschäft) ist die Vereinbarung eines Lieferungszeitpunktes und dessen Einhaltung Voraussetzung. Wenn die aGFz ihre Ankunftszeiten ankündigen kann Personal für die Be- und Entladefunktion eingeplant werden. Dieser Datenaustausch dürfte zukünftig über eine App erfolgen.

Für solche Anwendungsfälle sind die Prozesse zu definieren, die im Falle eines Nichterscheinens des Be-/Entladepersonals umgegangen wird. Die Problematik ist bereits heute unabhängig von aGFz vorhanden, wird mit aGFz noch verstärkt, insbesondere dann, wenn das aGFz auf einer Tour mehrere Kunden bedienen muss:

- Es kann nicht beliebig lange auf die Weiterfahrt gewartet werden, da ansonsten die nachfolgenden Warenempfänger zu spät beliefert würden bzw. die Auslieferzeiten kurzfristig angepasst werden müssten.
- Fahrzeuge sind in der Regel so beladen, dass die Entladung in der Reihenfolge der geplanten Tour erfolgen kann (z.B. bei mit Paletten beladenen Fahrzeugen). Wird die Ware nicht in der vorgesehenen Reihenfolge entladen, so müsste unter Umständen Sortiertätigkeit innerhalb des Fahrzeuges durch Drittpersonen durchgeführt werden.
- Enthält das Fahrzeug für jeden Empfänger separate Fächer, die mit einem Schliesssystem⁴⁷ versehen und individuell zugänglich sind, so könnten Zwischenfälle bezüglich der Reihenfolge der Auslieferung besser gehandhabt werden.

In Zonen mit hoher Anlieferungstätigkeit (z.B. Fussgängerzone mit Ladengeschäften) ist denkbar, dass «von Logistikunternehmen unabhängige Entlader» vor Ort und für bestimmte Strassensektoren zuständig sind, um beim Eintreffen von aGFz die Be- und Entladeprozesse durchzuführen.

Kein Personal vor Ort verfügbar

Ist kein Personal vor Ort verfügbar, hat der Güterumschlag durch Roboter zu erfolgen. Je nach Art der Güter ist dies mehr oder weniger einfach mög-

46 Tag für Tag 5 2003: «Ladungssicherung: Wer trägt die Verantwortung?»
<http://www.bgdp.de/pages/service/download/tft/2003/tft-5-2003-S20.pdf> (abgerufen am 08.02.2018)

47 Tür des Fachs lässt sich nur öffnen, wenn GPS-Daten von Fahrzeug und Kundenstandort übereinstimmen und/oder wenn ein Pincode korrekt eingegeben wurde.

lich. Verkehrt der Roboter im öffentlich zugänglichen Raum, so dürfte eine Zertifizierung erforderlich sein.

Die Sendungen sind durch den Roboter an einem definierten Ort zu deponieren bzw. aus einem solchen zu entnehmen. Wird eine Sendung abgeholt, so muss der Roboter instruiert werden, wie die Verladeordnung zu erfolgen hat und wie die Sendung zu sichern ist. Aus Gründen des Diebstahlschutzes müssen dies abgesperrte Räume oder Lagerboxen sein. Von Seiten der anzuliefernden Betriebe könnte sich daher das Bedürfnis zeigen, auf das Trottoir vor dem Gebäude grössere abschliessbare Boxen stellen zu können. Hierbei kann sich für die Gemeinden Regelungsbedarf ergeben.

4.3.5 Sendungsgrösse

Paket oder Stückgut

Bei der Distribution von Paketen werden in der Regel Lieferwagen eingesetzt, bei Stückgut Liefer- oder Lastwagen.

Grundsätzlich gilt, je mehr Punkte auf einer mit aGFz durchgeführten Tour zu bedienen sind, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei der Übergabe der Waren etwas Unplanmässiges passiert. Bei Paketen ist die Anzahl Lieferpunkte höher als bei Stückgütern.

4.3.6 Spezielle Anforderungen aufgrund Warenart

Besondere Anforderungen bzgl. Lagerung

Je nach den zu befördernden Gütern werden an Fahrzeugen besondere Anforderungen gestellt: Kühl- oder Tiefkühlprodukte beispielsweise brauchen Kälteaggregate. Dies ist bei aGFz nicht anders als bei konventionellen Fahrzeugen. Bei der Temperaturüberwachung kann zusätzlich die Notwendigkeit erwachsen, dass bei Abweichungen auch die Zentrale – und nicht nur der Fahrer – informiert wird.

Das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR⁴⁸) regelt seit 1957 den grenzüberschreitenden Verkehr in allen Ländern Europas⁴⁹. Fahrer von Gefahrguttransporten brauchen eine ADR-Schulungsbescheinigung. Es ist zu regeln, ob aGFz gefährliche Güter transportieren dürfen. Bei hohem Automatisierungsgrad und hohem Anteil aFz kann die netto ein Sicherheitsgewinn erzielt werden, was für den Transport für Gefahrgüter wünschenswert ist. Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass aFz *ohne Begleitperson* mit Gefahrgut auf dem öffentlichen Strassennetz zugelassen werden.

48 Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route

49 https://adr-kurse.ch/wp-content/uploads/2016/12/GB_Gefahrgut_2012_de.pdf (abgerufen am 31.01.2018)

Besondere Anforderungen bzgl. Übergabe von Gütern

Mit bei aFz eingesetzten Technologien werden zusätzliche Möglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit von Geldtransporten geschaffen: durch vorgängige Programmierung der zu befahrenden Route könnte ein Schutz gegen die Entführung von Wertsachen-Transportfahrzeugen eingeführt werden.

4.3.7 Fahrzeuggrösse

Lastwagen oder Lieferwagen

Die Technologie für die Steuerung von vollautomatisierten Fahrzeugen ist bei Last- und Lieferwagen grundsätzlich identisch.

Mit der Einführung von vollautomatisierten Fahrzeugen können Personalkosten eingespart werden, welche einen beachtlichen Anteil an den gesamten Transportkosten ausmachen. Im Hinblick auf den sich abzeichnenden Trend zu kleineren Sendungsgrössen muss erwartet werden, dass mit aGFz Fahrten vermehrt mit Lieferwagen anstelle von Lastwagen durchgeführt werden.

Sollte diese Entwicklung in starkem Ausmass eintreten, könnte sich dies negativ auf die Kapazität des Strassennetzes auswirken oder aber zu einer Verlagerung von Transporten in die Nachtstunden führen.

Denkbar sind politische Diskussionen über die Anpassung von bestimmten Regelungen an die neue Ausgangslage:

- Nachtfahrverbot: Ausdehnung auch auf Lieferwagen, Erhöhung der Gewichtslimiten,
- LSVA: Ausdehnung auch auf Lieferwagen, unterschiedliche Abgabesätze nach Antriebsart oder Automatisierungsgrad

4.3.8 Ausstattung von Gütertransport-Fahrzeugen

Mit Fahrer resp. mit Begleitperson

Neben dem Fahren selbst hat der Fahrer im klassischen Fahrzeug oft verschiedene zusätzliche Aufgaben:

- Be- und Entladung des Fahrzeuges
- Ordnungsgemässe Übergabe oder Übernahme der Waren
- Kontrolle auf Schäden beim Ladegut
- Ladesicherung

Verbleibt der Fahrer auch beim Einsatz von aGFz – oder eine Begleitperson – auf dem Fahrzeug, so kann er, resp. die Begleitperson, diese Aufgaben unverändert weiterhin durchführen.

Ohne Fahrer / Begleitperson

Verkehrt das aGFz ohne Fahrer und ohne Begleitperson, so müssen oben genannte Tätigkeiten weiterhin sichergestellt werden. Entsprechende Zu-

ständigkeiten sind klar zu definieren. Hierzu sind nachfolgend mögliche Ansätze aufgelistet:

- Der Be- und Entlad kann an den Warenempfänger /-versender delegiert werden.
- Die ordnungsgemässe Übergabe oder Übernahme der Waren könnte gefilmt werden. Die Übergabeprotokolle können elektronisch generiert werden.
- Allfällige Beschädigungen können nachgemeldet werden, wie dies im Postverkehr üblich ist.
- Die Ausführung einer korrekten Ladesicherung ist verkehrssicherheitsrelevant. Hierzu sind auch Ausbildungen notwendig.

Mit Laderoboter

Erfolgt der Güterumschlag von aGFz durch einen Laderoboter, so ist sicherzustellen, dass durch die Umschlagfähigkeit keine Gefährdung von Dritten erfolgt.

Je nach Grösse, Form, Beschaffenheit, Gewicht und Wert einer Sendung ist diese mehr oder weniger gut für Umschlag mit Laderoboter geeignet.

Hinsichtlich Diebstahl-Risiko dürfte ein mit Laderoboter durchgeführter Warenumschlag gefährdeter sein als wenn für diese Tätigkeit eine Person anwesend ist.

Fahrzeugseitig Hilfsmittel für Be- und Entlad vorhanden

Konventionelle Lastwagen führen je nach vorhandener Infrastruktur an den Be- und Entladestellen Hilfsmittel mit (Hand-Niederhubwagen, kleinere Staplerfahrzeuge). Diese werden in der Regel durch den Fahrer bedient.

Erfolgt der Umschlag nicht durch den Fahrer, so ist sicherzustellen, dass die Person am Be- oder Entladepunkt die notwendigen Kenntnisse hat, diese Hilfsmittel zu bedienen. Für einfache Hand-Niederhubwagen ist kein Fahrausweis erforderlich, eine gründliche Instruktion ist ausreichend. Für grössere Fahrzeuge sind Staplerfahrausweise erforderlich. Konventionelle Umschlaggeräte könnten auch durch Laderoboter ersetzt werden.

Fahrzeugseitig keine Hilfsmittel für Be- und Entlad vorhanden

Es ist sicherzustellen, dass die für den Be- und Entlad benötigten Hilfsmittel an den Be- und Entladepunkten vorhanden sind.

4.3.9 Zeitpunkt der Fahrten bzw. Übergabezeitpunkt der Güter

Tagsüber oder nachts

Werden Fahrten oder Umschlagprozesse automatisiert, ist man weniger an bestimmte Uhrzeiten gebunden, da die Arbeits- und Ruhezeitbestimmungen gemäss Arbeitsgesetz (ArG, 822.11, 13.03.1964) nicht mehr relevant sind.

Dadurch kann es interessant werden, Fahrten von aGFz auf Tagesrand- oder Nachtzeiten zu verlagern. Hierzu ist Folgendes zu beachten:

- Bei Güterumschlag während der Nachtstunden ist zu beachten, dass zwischen 22 und 6 Uhr andere Grenzwerte gemäss Lärmschutzverordnung (LSV, 814.41, 15.12.1986) einzuhalten sind.
- Eine Verlagerung der Fahrten mit aGFz in die Nachtstunden kann erwünscht sein, da auf dem Strassennetz tagsüber und während der Spitzenstunden eine Entlastungswirkung resultiert. Hierzu müsste das Nachtfahrverbot für schwere Nutzfahrzeuge über 3,5 t aufgehoben werden.⁵⁰
- Eine Verlagerung der Fahrten mit aGFz in die Nachtstunden kann wegen der Lärmemissionen insbesondere auch beim Umschlag unerwünscht sein.

⁵⁰ Hinweis: in vielen Metropolen und Grossstädten ausserhalb der Schweiz erfolgen Güteranlieferungen und Entsorgung nachts. Denkbar wäre daher auch eine nicht generelle, sondern nur örtlich beschränkte Aufhebung des Nachtfahrverbots.

5 Qualitative Einschätzung der Wirkungen der automatisierten Güterfahrzeuge in der Schweiz

In diesem Kapitel wird dargelegt, wie ausgehend von der Diskussion im Workshop vom 07.11.2017, von den seither getätigten Recherchen und Vertiefungen sowie aufgrund der anlässlich der Begleitgruppensitzung vom 06.02.2018 diskutierten Aspekte die Wirkungen der automatisierten Güterfahrzeuge auf den Raum Schweiz eingeschätzt werden.

5.1 Güterfernverkehr auf der Strasse

Platooning

Die Bündelung mehrerer Lastwagen (Konvoi-Fahren), welche mit sehr geringen Abstand hintereinander verkehren, ermöglicht eine Harmonisierung des Verkehrsflusses, was sich positiv auf die Kapazität des Strassennetzes auswirkt. Ebenso sind durch das «Windschatten-Fahren» Einsparungen beim Treibstoffverbrauch und eine Reduktion von Schadstoffen möglich. Platooning (Konvoi-Fahren) ist deshalb nicht nur in einem Zwischenzustand interessant, sondern auch langfristig für die Öffentlichkeit bezgl. Ressourcenverbrauch, Luftschadstoffe und Klimaeinflüsse eine Chance.

Auf allen Fahrzeugen dürften weiterhin Fahrer verbleiben, wobei die Fahrer der hinteren Fahrzeuge das Steuer in der Regel über längere Phasen nicht mehr übernehmen müssen. Inwieweit diese Zeit für andere Tätigkeiten sinnvoll genutzt werden kann (Ruhezeit, Kundenkontakte, etc.) wird konträr argumentiert.

Aus technischer Sicht wird sich Platooning *international auf Autobahnen* früher oder später durchsetzen können. Interessant wird diese Anwendung im internationalen Fernverkehr sein, auf Relationen ohne konkurrenzfähigem Angebot des kombinierten Verkehrs. Auf *Überlandstrassen* oder gar im *Innerortsbereich* wird sich Platooning kaum durchsetzen, da es dort aufgrund der Verkehrssituation häufiger vorkommen wird, dass Konvois infolge kreuzender oder einmündender Fahrzeuge oder an LSA-gesteuerten Knoten oft getrennt werden müssten.

Unternehmen, welche im schweizerischen Binnenverkehr ein hohes Punkt-Punkt-Aufkommen aufweisen und somit Potenzial für ein Konvoi-Fahren mit mehreren Lastwagen hätten (Post, Grossverteiler, Logistikunternehmen zwischen zwei Distributionsplattformen), nutzen für diese Verkehre weitgehend die Bahn (Einzelwagenladungsverkehr oder Ganzzüge). Platooning auf HLS ist in der Schweiz angesichts der relativ kurzen Transportwege, des im Allgemeinen dichten Verkehrsflusses und der relativ kurzen Abstände von Ein- und Ausfahrten kaum genügend attraktiv, resp. bietet wenig Vorteile. Es wird daher nicht erwartet, dass im schweizerischen Binnenverkehr aufgrund der Platooning-Funktionen im Güterverkehr eine Verlagerung von der Schiene auf die Strasse erfolgt. Eher werden auf Autobahnen im Mittelland verkehrende automatisierte Lastwagen auf Teilstrecken «spontan» zu temporären Konvois gebündelt um Treibstoff zu sparen.

In einem langfristigen Zustand (Zustand 5-6) mit vollautomatisch verkehrenden und vernetzten Fahrzeugen müssen generell *alle* Fahrzeuge das Einmünden und Entflechten an Knoten ermöglichen, ob Personen-, Liefer- oder Lastwagen, in welcher Reihenfolge auch immer. Das Abstandsmanagement zwischen beliebigen automatisierten Fahrzeugen, mit dem Anspruch minimaler Zeitlücken für eine maximale Verkehrsleistung, erübrigt ein spezifisches Konvoi-Fahren nur von Lastwagen (Ausnahme siehe oben betreffend Ressourcenverbrauch, Luftschadstoffe und Klimaeinflüsse dank Windschattenfahren).

Denkbar ist, dass insbesondere im Zustand mit vollständig automatisierten Lastwagen (ev. ab Zustand 4, insb. Zustand 5 und 6) Konvois verkehren, bei welchen nur mehr beim vordersten Fahrzeug ein Fahrer anwesend ist. Die hinteren Lastwagen würden dann fahrerlos hinterherfahren. In diesem Fall stellt sich die Frage des Übergabepunktes, wo wiederum Fahrer auf die hinteren Fahrzeuge zusteigen müssen, ob hierfür von Seiten der Verkehrsinfrastrukturbetreiber gesonderte Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden muss und wie diese ggf. bewirtschaftet werden soll. Die Schaffung von speziellen Lastwagen-Übergabezonen an Autobahn-Raststätten oder -Parkplätzen, wo Fahrer für die Feinverteilung des zweiten oder dritten Lastwagens zusteigen, wird als nicht erforderlich erachtet: Ist der Automatisierungsgrad soweit fortgeschritten, dass beim Platooning auf HLS in den hinteren Fahrzeugen kein Fahrer anwesend sein muss (Zustand 4), kann das aGFz auch zu einem nahe des Autobahnanschlusses liegenden privaten Areal verkehren und Fahrer müssten erst dort zusteigen.

Mit Platooning resultiert – über alle Fahrzeuge eines Konvois inklusive der Fahrzeugabstände betrachtet – mehr Ladefläche pro Fahrzeuglänge. Wird bei Betrachtung des Verhältnisses Ladefläche zu Fahrzeuglänge nicht nur die Fahrzeuglänge selbst, sondern auch der Abstand zum nachfolgenden Fahrzeug berücksichtigt, so ergibt sich beim Platooning ein günstigeres Verhältnis als bei konventionell hintereinanderfahrenden Lastwagen. Hieraus resultiert ein Kapazitätsgewinn primär auf Seiten der Strasseninfrastruktur.

Ein anderer Ansatz zur Steigerung der Ladefläche pro Fahrzeuglänge stellen Lang-LKWs («Gigaliner») dar, welche beispielsweise aus einem Motorwagen mit festem Aufbau sowie einem angehängten Sattelaufleger mit Dolly bestehen. Hier wird auch fahrerseitig ein Kapazitätsgewinn (Verhältnis Ladefläche pro Fahrzeuglänge) erzielt. In den Ländern der EU gibt es unterschiedliche Zulassungsbedingungen und jeweils nur für ausgewählte Verkehre. In der Schweiz dürfte jedoch die Einführung von 25,25m langen Fahrzeugkombinationen mit bis zu 60 t Gewicht politisch kaum durchsetzbar sein.⁵¹

Wegen der unattraktiven Arbeitszeiten und Bezahlung besteht im Langdistanz-Transportmarkt in Zentraleuropa ein akuter Fahrermangel⁵². Platoon-

51 <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/schwerverkehr/gigaliner.html> (abgerufen am 16.02.2018); Aargauer Zeitung: «Auch Astag will keine Mega-Brummis auf Schweizer Strassen», 03.11.2009; <http://www.swissinfo.ch/ger/gigaliner-auf-schweizer-strassen-bei-bevoelkerung-nicht-erwuenscht/8036514> (abgerufen am 16.02.2018)

52 Deutsche Verkehrs-Zeitung: «Fahrermangel bremst Wachstum», 06.02.2017

ing oder weitere Formen des automatisierten Fahrens können ev. dazu beitragen, die Situation etwas zu entschärfen.

Autopilot und Ruhezeitregelung

Verkehrt der Lastwagen (auf der Autobahn) mit einem Autopiloten, so ist zu klären, ob dem Fahrer diese Zeit zumindest teilweise als Ruhezeit angerechnet werden kann (sofern er diese nicht für anderweitige Logistikaufgaben nutzt). In den Gesetzgebungen zur Ruhezeit ist dieser Aspekt jedenfalls zu regeln.

Fazit

Platooning und Autopilot können v.a. im internationalen Verkehr interessant sein. Die hierfür notwendigen technischen Entwicklungen liegen primär fahrzeugseitig und in der Car-to-car-Kommunikation (C2C-Kommunikation). Auf Seiten der Strasseninfrastrukturbetreiber gibt es in der Schweiz kaum einen Bedarf für das Ausscheiden oder den Bau von speziellen Zonen für das Bilden und Auflösen von Konvois im öffentlichen Strassennetz.



5.2 Verbreitung von automatisierten Güterverkehrs-Fahrzeugen (Last- und Lieferwagen) im städtischen Bereich

Grundsätzliche Wirkungen

Die Distribution im Online-Handel wird sich mit aFz verändern. Denkbar ist eine «Roboterisierung von Lieferwagen» mit automatisiertem Be- und Entlad, mit Auslieferung an Übergabepunkten (bspw. «Paketstationen oder -kioske») oder mit Übergabe direkt in das private aFz in Logistik-Hubs.

Grundsätzlich dürfte davon auszugehen sein, dass ein grösserer Kundenbeitrag erforderlich wird; von speziellem Interesse bei Automatisierungsprozessen im Transport dürfte die Schnittstelle Transportunternehmer/Kunde sein. Unternehmen-interne Logistik-Betriebskonzepte binden in der digitalen Informationskette den Kunden mit ein.

Die optimierte *Bewirtschaftung von Umschlagflächen in Innenstädten* ist bereits heute (ohne aFz) eine Herausforderung für die Städte und die privaten Akteure. Mit aFz ergibt sich *verstärkter Handlungsbedarf*.

Automatisierte Güterverkehrs-Fahrzeuge mit Fahrer

Verbleibt der Fahrer (oder eine Begleitperson) im aGFz, so kann er während der Fahrt theoretisch logistisch-administrative Tätigkeiten (z.B. Pflege der Kundenbeziehung durch telefonische Absprachen), wie Vorbereiten des Entladens oder Beladens, Sortieren von Frachtdokumenten etc. durchführen.

Beim Güterumschlag kann der Fahrer / die Begleitperson dieselben Tätigkeiten wie bei einem konventionellen Fahrzeugeinsatz durchführen. Infolge

aGFz mit Fahrer resp. Begleitperson werden keine zusätzlichen Anforderungen an die Infrastruktur gestellt.

Automatisierte Güterverkehrs-Fahrzeuge ohne Fahrer (oder Begleitperson)

Erfolgt die Fahrt mit aGFz *ohne* Fahrer und auch ohne Begleitperson, so können Personalkosten eingespart werden. Beim Warenums Schlag werden damit jedoch mehr Aufgaben an den Versender resp. den Empfänger der Sendungen übertragen:

- Es ist sicherzustellen, dass der Empfänger die Ware zeitgerecht und korrekt entnimmt sowie abbucht, so dass der Fahrplan der Sammel- und Verteiltour nicht durcheinandergerät.
- Es ist sicherzustellen, dass – bei schwereren Sendungen wie Paletten etc. – der Empfänger der Ware die notwendigen Umschlaggeräte zur Verfügung hat und bedienen kann bzw. darf.
- Der Fahrer ist für die Ladungssicherung verantwortlich. Im Teilladungsverkehr müssten bei unbegleiteten aGFz diesbezüglich die Verantwortlichkeiten neu festgelegt werden.
- Zudem ist je nach Anhaltebedingungen sicherzustellen, dass die Bestimmungen der Verkehrsregelverordnung eingehalten werden (bspw. Aufstellen von Pannendreiecken).

Raumplanerische und städtebauliche Überlegungen zu Standorten für Warenums Schlag

Im urbanen Raum besteht ein Trend zur Verdichtung des Siedlungsgebietes. Der Druck auf die Flächen steigt, der knappe Raum muss zunehmenden Ansprüchen genügen. Die gemeinsame Nutzung der Flächen durch den Fussverkehr *und* den Warenums Schlag führt verstärkt zu Flächenkonflikten. Mit City Logistik-Konzepten wird angestrebt, durch Bündelung von Fahrten und Warenums schlägen diese Konflikte in Grenzen zu halten.

Die Einführung von aGFz könnte wegen geringeren Betriebskosten dazu führen, dass der Trend zu kleineren Sendungsgrössen und damit zu mehr Fahrten von Last- und Lieferwagen verstärkt wird. Möglichkeiten zur Minimierung der Konflikte zwischen Fussverkehr und Warenums Schlag sind die geregelte Bewirtschaftung von Umschlagflächen (Reservationssystem, beschränkte Zeitfenster⁵³) oder vermehrte Verpflichtung von Grundstückseigentümern, Zonen für Güterumschlag auf Privatgrund zu realisieren.

Für Warenums Schlag geeignete Flächen aus Sicht der Strassenverkehrsordnung

Bei aGFz dürfte es erforderlich sein, dass der Güterumschlag nur noch an klar definierten Stellen erfolgen kann. Die heutige Gesetzgebung lässt in vielen Situationen unter bestimmten Bedingungen einen kurzzeitigen Güterumschlag im Strassenraum zu. Die Regelungen sind relativ komplex und vom Fahrer situationsbezogen und mit «gesundem Menschenverstand» zu interpretieren. Das aGFz dürfte hier (mindestens vorerst) überfordert sein, was bedeutet, dass gegenüber heute mehr Umschlagflächen explizit als

53 Beispiel im Umgang mit Konflikten mit Fussverkehr: Güterumschlag nur vormittags gestattet, Zur Entlastung des Strassennetzes ist Anlieferung während Spitzenstunden nicht gestattet.

solche, ggf. für bestimmte Tageszeiten und Wochentage, deklariert und für Navigationsgeräte freigegeben werden müssen. Denkbar ist jedoch auch, dass mit zunehmender Vernetzung und Datenauswertung im Sinne lernender Systeme sich solche Strassenraumsituationen identifizieren und nutzen lassen.

Vollautomatisierter Warenumsschlag

Ist weder auf dem Fahrzeug noch beim Warenempfänger Personal vor Ort, muss der Warenumsschlag vollautomatisiert erfolgen. Je nach Warenart und Sendungsgrösse erfolgt dies mittels im Fahrzeug integrierten vollautomatisierten Greif- und Hebeegeräten, Paketrobotern oder selbstfahrenden Gabelhubwagen für Paletten, etc.

Diese Umschlagprozesse voll zu automatisieren, ist sehr aufwändig. Finden diese Prozesse nicht bei regelmässig zu bedienenden Kunden bzw. Orten statt, so werden sehr hohe Anforderungen an den Roboter bzgl. der Wahrnehmung der spezifischen örtlichen Situation gestellt (Schutz der Sendungen und Sicherheit gegenüber Dritten im öffentlichen oder privaten Raum auch beim Be- und Entladen).

Anzahl und Dichte von Umschlagstandorten

City-Logistik-Konzepte verfolgen eine Strategie zur Bündelung von Transportketten: Mit dieser Bündelung von Transporten wird eine möglichst hohe Auslastung der im städtischen Bereich verkehrenden Last- und Lieferwagen, und damit auch eine Minimierung der Anzahl Fahrten angestrebt.

Eine optimale Auslastung aller Fahrzeuge setzt eine freiwillige oder verordnete Zusammenarbeit verschiedener Unternehmen zur Durchführung dieser Verkehre voraus. Der Trend zum Abbau von Lagerflächen sowie zu häufigeren, jedoch kleineren Sendungsgrössen führt zu mehr Verkehr. Dieser Trend erschwert die Bündelung von Transporten zusätzlich.

Bündelung bedeutet, dass die betroffenen Sendungen umgeschlagen werden müssen. Daher werden am Stadtrand oder am Rand des Innenstadtbereichs Flächen für die Kommissionierung von Sendungen benötigt. In vielen Fällen erfolgt ein Warenumsschlag von grossen Lastwagen auf kleinere Last- oder Lieferwagen – jedoch nicht immer, wie nachfolgende Auflistung zeigt:

- Im klassischen kombinierten Verkehr werden die langen Distanzen auf der Schiene zurückgelegt, die Feinverteilung erfolgt auf der Strasse. Die Waren bleiben während des ganzen Transportes im selben Behälter, wobei letztere in den Terminals umgeschlagen werden.
- In der Schweiz ist insbesondere bei Grossverteilern und grossen Logistikunternehmen das Modell verbreitet, bei welchem die grossen Distanzen im Einzelwagenladungs- oder Ganzzugverkehr auf der Schiene zurückgelegt wird und die Feinverteilung auf der Strasse erfolgt. Bei diesen Transportketten handelt es sich im weiteren Sinne auch um kombinierte Mobilität, der Warenumsschlag erfolgt in regionalen Distributionszentren. Diese liegen teilweise sehr zentral in urbanen Zentren (z.B. Coop Pratteln, Coop Bern-West).

— Auch neue Konzepte, wie «Cargo-Sous-Terrain» (CST), basieren im Prinzip auf kombinierter Mobilität: Die Langstrecke wird im neuen unterirdischen Transportsystem zurückgelegt, während die Feinverteilung mit einem Strassenfahrzeug ab wenigen, möglichst zentral gelegenen Hubs erfolgt (bspw. 3 Hubs im Raum Zürich).

Gemeinsam an allen drei oben beschriebenen Konzepten ist, dass nur die Feinverteilung auf der Strasse erfolgt. Je nach Terminaldichte ist die zurückzulegende Distanz auf der Strasse unterschiedlich lang.

Wegen der hohen Kosten für den Güterumschlag sollte bei City-Logistik-Konzepten – je nach dem vom Gut abhängigen und möglichen Automatisierungsgrad des Güterumschlags – ein zweimaliger Umschlag vermieden werden. Umschlagpunkte Schiene-Strasse sollten darum stadtnah resp. an möglichst zentraler Lage angeordnet werden bzw. verbleiben. Projekte zur Umnutzung von bisherigen Freiverladeanlagen oder Industriegebieten mit Gleisanschluss etc. für Neubauten mit hohem Wohn- und Dienstleistungsanteil sind deshalb kritisch zu hinterfragen; es ist zu prüfen, ob die Flächen mittel- und langfristig wieder für Anlagen zur Ver- und Entsorgung der Städte benötigt werden.

Einfluss aGFz auf die Verkehrsleistung

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht können aGFz (verbunden mit verstärktem Online-Handel) dazu führen, dass der Trend zu mehr Fahrten mit kleineren Fahrzeugen verstärkt wird. Die Durchführung einer Nachfrageprognose und einer Abschätzung der quantitativen Wirkung von aGFz auf die Verkehrsnachfrage würde den Rahmen dieser Studie sprengen.

Im Lieferwagenbereich ist eine Verlagerung der Transporte auf Nachtstunden denkbar. Aus Sicht Leistungsfähigkeit der Strasse wäre dies vorteilhaft, aus Sicht Lärm ist dies jedoch negativ zu bewerten. Allenfalls sind hierzu betriebliche Vorgaben zu prüfen.

Eine Standardisierung von Ladungsbehältern könnte mithelfen, die Automatisierung der Transport- und Umschlaglogistik zu verbessern sowie teilweise eine bessere Auslastung der Fahrzeuge – und damit eine geringere Verkehrsleistung – zu erzielen. Da Behälter nur begrenzt für unterschiedliche Warengruppen geeignet sind, müssten diese wohl dennoch häufig leer zurückgeführt werden.

Betriebswirtschaftliche Wirkungen

Vollautomatisierte Fahrzeuge bewegen sich im Strassenraum. Die Fahrzeuge sind mit Sensoren und Kameras ausgestattet, die es erlauben, sich im Strassenraum zu orientieren und allfällige Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmern vorzusehen und abzuwenden. Die aFz orientieren sich im Strassenraum an Randabschlüssen, Leitlinien und an klar definierten Verkehrsregeln.

Die Flächen, wo heute Güterumschlag stattfindet, sind sehr unterschiedlich gestaltet, es gibt wenig standardisierte Wiedererkennungsmuster für Warenumschlagroboter. Es wird angenommen, dass Warenumschlagroboter – auch wenn diese einst in Serienproduktion gehen – aufgrund der hohen Anforderungen sehr teure Geräte sein werden. Aus Sicherheitsgründen

(Konflikte mit Fussgängern) werden sich Umschlagroboter auch sehr «konservativ» resp. langsam bewegen. Die Betriebskosten von Umschlagroboter pro zugestellte Sendung dürften daher auch langfristig hoch sein. Ob aus betriebswirtschaftlicher Sicht ein Umschlagroboter damit günstiger ist als der konventionelle Warenumsschlag durch einen Fahrer resp. eine Begleitperson bleibt zu prüfen.

Mit der zunehmenden Automatisierung in der Logistik werden – auch wenn diese nicht so weit wie oben beschrieben entwickelt wird – kaum Kosteneinsparungen möglich sein. Die Automatisierung ermöglicht jedoch die Erfüllung neuer Kundenbedürfnisse, wie beispielsweise eine raschere Verfügbarkeit, oder die Entlastung von Logistikern bei der Verrichtung von körperlich anstrengenden Arbeiten (Erfüllung strengere Anforderungen der SUVA).

Haben automatisierte Fahrzeuge lange Wartezeiten beim Empfänger, bevor die Anlieferung abgeschlossen werden kann (z.B. Fahrt bis zum Empfänger während der Nacht, jedoch erst abladen nach Eintreffen der Mitarbeitenden am Morgen), müssen möglicherweise zusätzliche Fahrzeuge beschafft werden, was sich negativ auf die Betriebskosten auswirkt.

Pannenfahrzeuge

Ein weiterer Aspekt bei unbegleiteten automatisierten Fahrzeugen sind Pannenfahrzeuge. Muss ein Fahrzeug aufgrund eines Reifenschadens, einer Störung der Elektronik etc. stehen bleiben, so kann der heute vorhandene Fahrer direkt die notwendigen Massnahmen einleiten. Ist das Fahrzeug unbegleitet, so müssen umfassende Diagnosesysteme und eine geeignete Vernetzung mit einer Pannen- oder Einsatzzentrale vorausgesetzt werden, um die Ursache rasch zu erkennen und Pannenhilfe anzufordern. Für die Behebung der Pannursache wird aufgrund der notwendigen Anfahrt eines Lastwagenmechanikers mehr Zeit beansprucht. Zudem stellt sich die Frage der Sicherung des Pannenfahrzeuges (Aufstellen Warndreieck). Diese Thematik betrifft alle aFz, allerdings ist dies bei Lastwagen oder auch Lieferwagen aufgrund ihrer Abmessungen, und der damit potenziell ausgelösten Verkehrsbehinderung mit grösserer Wirkung auf den Verkehrsfluss verbunden.

Fazit

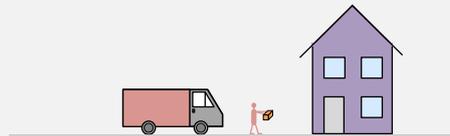
Eine vollautomatisierte Zustellung von Sendungen *auf den letzten Metern* vom Haltepunkt eines aGFz am Strassenrand bis hin zum Domizil des Kunden ist sehr komplex, da jede örtliche Situation sehr individuell ist.

Im Teilladungsverkehr (Stückgutverkehr, B2C) wird in der Regel weiterhin eine Person das aGFz begleiten, da ansonsten der Be- und Entlad nicht zeit-, fach- und kostengerecht erfolgen kann.

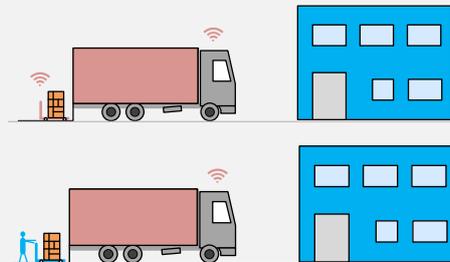


Bei kleinen Sendungsgrößen (Pakete) mit Zustellung bis zum Domizil des Kunden wird ebenfalls erwartet, dass bei der Auslieferung mittels aGFz ein Fahrer oder zumindest eine Begleitperson im Fahrzeug mitfahren wird.

Theoretisch ist denkbar, dass der Empfänger durch Ankündigung eines Lieferzeitfensters und mit SMS-Übermittlung eines Zugangscode das Paket selber aus dem Fahrzeug holt. In diesem Falle wäre keine Begleitperson erforderlich. Solche Systeme setzen jedoch eine «hohe Zuverlässigkeit» aller Empfänger voraus.

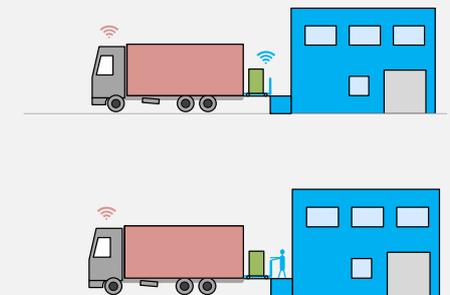


Bei kleinen Sendungsgrößen (Pakete) mit Zustellung an Paketstationen ist denkbar, dass die Anlieferung mit unbegleiteten aGFz erfolgt (vgl. auch Kapitel 5.3). Der Warenumsatz kann entweder automatisiert oder durch den Empfänger durchgeführt werden.



Im Komplettladungsverkehr und im Teilladungsverkehr (Stückgutverkehr, B2B) ist der Einsatz von unbegleiteten aGFz denkbar. Der Warenumsatz kann entweder automatisiert oder durch den Empfänger durchgeführt werden.

Je komplexer die Zustellung (Anzahl und Infrastruktur der zu bedienenden Orte), desto eher wird eine Person diese Prozesse begleiten.



Exkurs: Einfluss von aGFz auf die Industrie- und Gewerbebetriebe

Die Einführung von aGFz wird die Automatisierung von innerbetrieblichen Prozessen fördern. Es ist denkbar, dass in Logistikzentren und Produktionsbetrieben interne Fahrten bspw. zwischen Verloaderampen, Reinigungs- oder Betankungsanlage zukünftig automatisiert erfolgen.

Diese Entwicklung dürfte schneller erfolgen als das vollautomatisierte Fahren auf dem öffentlichen Strassennetz.

5.3 Verbreitung von automatisierten Fahrzeugen für den Transport von Personen und kleinvolumigen Gütern (Personenwagen)

Paketstationen

Mit der Zunahme des Online-Handels und der dadurch verbundenen Steigerung der Anzahl Sendungen im B2C-Bereich können sich Paketstationen etablieren, wo die Empfänger entsprechend ihrer zeitlichen Verfügbarkeiten die Pakete abholen. Zur Standortwahl solcher Paketstationen sind folgende Aspekte zu beachten:

- Aus Sicht der öffentlichen Hand sind Standorte an zentraler Lage, die zu Fuss, mit dem Cargo-Velo oder mit dem öffentlichen Verkehr erreicht werden können besonders geeignet. So werden durch das Abholen der Pakete keine zusätzlichen MIV-Fahrten generiert.
- Für grössere oder schwerere Sendungen, die zwingend mit einem entsprechenden Fahrzeug transportiert werden müssen, eignen sich Standorte ausserhalb des Stadtzentrums (Einkaufszentren, Industrie-/Gewerbegebiete). So können die Kunden die Pakete ohne Belastung des innerstädtischen Strassennetzes abholen. Es stellt sich die Frage, ob hier auch Fahrtenmodelle zu implementieren sind.
- Sind Paketstationen als Zusatzdienstleistung in anderen Geschäften integriert (z.B. bei Lebensmittelhändlern), so werden tendenziell weniger Fahrten generiert, da Tätigkeiten wie der Lebensmitteleinkauf am selben Ort erfolgen können.
- Mit der Einführung von aFz besteht für Empfänger von Sendungen neu die Möglichkeit, ein (eigenes oder gemietetes / «geshartes») Fahrzeug zum Abholenlassen der Pakete zu nutzen. Setzt sich diese Idee durch, so führt dies im Strassennetz zu mehr MIV-Fahrten⁵⁴. Aus Sicht der Städte kann dies nicht erwünscht sein, es sei denn, die Verkehrsentwicklung lässt eine Verkehrsverlagerung nach ausserhalb der Spitzenstunden erkennen. Eine Steuerung der Entwicklung ist evtl. auch mit der Bewilligungspolitik von Parkplätzen und derer Bewirtschaftung möglich.

Im Hinblick auf eine Vermeidung solcher zusätzlichen Fahrten müssten neue Ansätze zu Paketstationen entwickelt und geprüft werden. Denkbar wären mobile Paketfachboxen (in verschiedenen Grössen), welche mit Paketen befüllt mit einem aGFz frühmorgens zu einem fixen Standort gebracht und dort automatisiert abgestellt werden. Diese Paketfachboxen stehen ganztags bis in den späteren Abend für die Entnahme von Paketen und ggf. zur Rücknahme von Leergut zur Verfügung. Die Paketfachboxen werden wieder abgeholt, im Distributionszentrum neu befüllt und wieder an den Standort gestellt. Nicht abgeholte Pakete sind am nächsten Tag erneut zur Abholung bereit. Das Paketfach lässt sich jeweils mit einem Zugangscode öffnen. Wenn das Paket zeitlich verzögert abgeholt wird, muss eine entsprechende Zusatzgebühr bezahlt werden.

⁵⁴ Die Thematik «Leerfahrten von aFz» resultiert nicht nur im Kontext mit der Abholtätigkeit an Paketzentren, sondern mit den neuen Möglichkeiten des aFz ganz allgemein: Beispielsweise Pendler können sich mit dem aFz zum Arbeitsplatz ins Stadtzentrum fahren lassen. Das Fahrzeug fährt dann selbständig wieder nach Hause, um die hohen Parkgebühren im Stadtzentrum einsparen zu können.

Um dem steigenden Bedarf an «Same day»-Lieferungen gerecht zu werden, müsste ein täglich zwei- oder mehrmaliger Tausch dieser Paketfachboxen angenommen werden.

Im Hinblick auf eine effiziente Nutzung der Transporte wäre es denkbar, dass die Paketfächer auf der Rückfahrt mit Recycling-Materialien befüllt werden könnten (Papier, Karton, Kunststoffe, Altglas etc.). Zwecks Vermeidung von Verschmutzung und Minimierung des Reinigungsaufwands müsste der Material-Rückfluss so organisiert werden, dass dieser nicht anonym erfolgen kann; die Fächer müssten entsprechend gebucht werden. Wie weit solche Angebote andere Entsorgungskonzepte und deren Infrastruktur (öffentliche Glassammelstellen, Unterflurcontainer etc.) ersetzen können, wäre vor allem auch ökonomisch zu beurteilen.

Betreffend Standortwahl für solche mobile Paketfachboxen sind verschiedene Ansätze denkbar:

- Auf Privatgrund, je nach Siedlungsdichte in unterschiedlichen Abständen. Bei neuen Überbauungen könnten – ähnlich wie bei den Parkplätzen – Vorgaben gemacht werden, wonach die Grundstückseigentümer zum Vorsehen einer Abstellfläche für mobile Paketfachboxen verpflichtet werden. Dies wäre in den entsprechenden Planungs- und Baugesetzen zu regeln. In dicht bebauten Innenstädten mit häufigem Anlieferverkehr fehlen heute meist Flächen auf privatem Grund.
- Auf öffentlichem Grund, an fixen Standorten wie beispielsweise bei grösseren Strassenknoten resp. auf Parkplätzen etc. Die Vermietung solcher Flächen müsste durch die Gemeinden geeignet bewirtschaftet werden.
- Mit der Digitalisierung ist auch denkbar, dass die Paketfachboxen flexibel an unterschiedlichen Standorten abgestellt werden: Der Standort wird jeweils so gewählt, dass die Summe der Wege aller Paketempfänger minimiert werden. Mittels einer App werden dem Kunden der aktuelle Paketfachbox-Standort und der entsprechende Zugangscode mitgeteilt. Aus Sicht der Städte und Gemeinden dürften wohl nur definierte Standorte für das Abstellen genutzt werden, ein beliebiges Abstellen im öffentlichen Raum – wie es aktuell teilweise Verleihvelo-Unternehmen praktizieren – dürfte kaum auf Akzeptanz stossen.
- Eine Minimierung der Wege kann dann erreicht werden, wenn die Paketfachboxen koordiniert befüllt werden und nicht jeder KEP-Dienstleister eigene Systeme betreibt. Dies erhöht allerdings den Koordinationsaufwand zwischen den entsprechenden Firmen.

Insgesamt wird festgestellt, dass in Gebieten mit dichter Bebauung wie in Innenstädten häufige Anlieferungen erfolgen, jedoch auf privatem Grund entsprechende Flächen für mobile Paketfachboxen fehlen. Der Nutzungsdruck auf den öffentlichen Raum ist dort sehr hoch, und es dürfte schwierig sein, geeignete Standorte für mobile oder fest installierte Paketfachboxen zu finden. Bei geringerer Dichte von solchen Standorten und damit höheren Distanzen bis zum Domizil der Empfänger kann zudem das Bedürfnis nach Parkplätzen bestehen.

Detailhändler und Distributionszentren

Mit der neu geschaffenen Möglichkeit, Pakete mit unbegleiteten aFz direkt beim Detailhändler oder bei dessen Distributionszentren abholen zu lassen, ist zu beachten:

- Ein Detailhändler kann als zusätzliche Dienstleistung anbieten, die Bestellung zu kommissionieren und in das abholende Fahrzeug zu laden. Die Kommissionierung als Dienstleistung wurde beispielsweise 2015 im Rahmen eines Versuchs von der Migros angeboten (Migros Click & Collect, abholbereit in 30 Minuten).
- Bei Grossverteilern ist denkbar, dass aFz Einkäufe bei kürzeren Lieferfristen direkt bei den Kommissionierungszentren abholen (z.B. bei Coop@home in Dietikon), bei Akzeptanz von längeren Lieferfristen an jeder Filiale.
- Versandhändler könnten als Alternative zum Standard- oder Expressversand zusätzlich auch die Option «Abholung durch aFz» anbieten.

Werden Leerfahrten von privaten aFz grundsätzlich zugelassen und setzen sich diese theoretischen Möglichkeiten der Kommissionierung/Beladung durch, so müssen bei den Anbietern innerbetrieblich mehr Flächen für Kommissionierung und kundenspezifische Lagerung vorgehalten werden. Ebenfalls braucht es Parkfelder resp. Beladungsflächen für die aFz.

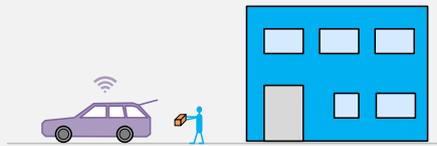
Aus Sicht Verkehrsbelastung ist dies wie folgt zu beurteilen.

- Ersetzen diese Warenabholungs-Fahrten den Einkauf im Ladengeschäft in Fussdistanz zum Wohn- oder Arbeitsort, so werden zusätzliche Fahrten generiert.
- Ersetzen diese Warenabholungs-Fahrten eine MIV-Fahrt zu einem Ladengeschäft oder Einkaufszentrum, so werden nicht mehr Fahrten generiert. Diese Warenabholungs-Fahrt kann allenfalls z.B. nachmittags um 15 Uhr stattfinden (ev. abhängig von Kühlprodukten), was gegenüber einer konventionellen Fahrt um 18 Uhr vorteilhafter sein kann.

Fazit

Mit der Technologie des automatisierten Fahrens wird grundsätzlich die Möglichkeit geschaffen, Fahrzeuge als Leerfahrten verkehren zu lassen. Diese belasten das Strassennetz zusätzlich, was nicht erwünscht ist. Es sind Ansätze und Modelle zu entwickeln, welche eine solche Entwicklung möglichst vermeiden helfen.

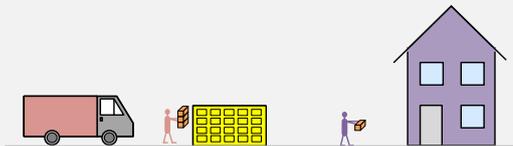
Im Güterverkehr kann diese Technologie dazu genutzt werden, Pakete und kleine Stückgüter durch ein aFz unbegleitet abholen zu lassen. Gegenüber dem Versand mit den heute üblichen Distributionskonzepten kann die Lieferzeit beschleunigt und die Auslieferung unabhängiger von der zeitlich-örtlichen Verfügbarkeit der Warenempfänger werden. Das unbegleitete Abholenlassen durch automatisierte Fahrzeuge führt gegenüber heute dazu, dass in der Lieferkette die «letzte Meile» weniger gebündelt erfolgt und somit mehr Fahrten generiert werden. Dieser Trend zu Mehrverkehr wird noch überlagert mit dem aufgrund der Zunahme des Online-Handels führenden generellen Trends zu kleineren Sendungsgrößen. Dies führt zu mehr Verkehrsleistung.



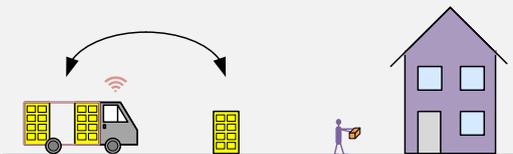
Mögliche Ansätze, die diesem Trend entgegenwirken sind:

— Schaffung eines in urbanen Räumen dichten Netzes von Paketfachboxen, die nahe bei den Empfängern liegen. Das Betreibermodell ist vorteilhafterweise so zu wählen, dass eine gemeinsame Nutzung für alle KEP-Dienstleister interessant ist. Dabei stellt die Standardisierung von Prozessen und digitalen Schnittstellen eine Herausforderung dar.

a) Die Paketfachboxen sind nachfrageabhängig dispers verteilt und fest installiert. Die einzelnen Paketfächer werden vom KEP-Dienstleister vor Ort befüllt.



b) Die Paketfachboxen sind mobile Einheiten und werden bereits im Logistikzentrum mit Paketen befüllt. Automatisierte Fahrzeuge liefern die Paketfachboxen an die einzelnen Standorte und setzen diese dort ab bzw. nehmen die leeren Paketfachboxen wieder mit.



— Durch geeignete Bewirtschaftung der für aFz geeigneten Abstellplätze bei Paketstationen soll der Betrieb so gesteuert werden, dass Parkplatzsuchverkehr und Leerfahrten von aFz während der Spitzenstunden vermieden werden.

5.4 Spezialsysteme

Paketroboter

Paketroboter könnten bei der Paketauslieferung im Kurzstreckenbereich für gewisse Marktteilnehmer interessant sein (Pizzakurier, Paket-/Kurierdienst, Zustellung von Medikamenten etc.). Innerhalb von Betriebsarealen könnten Paketroboter für die interne Post-Zustellung verwendet werden.⁵⁵

Ebenso ist ein Einsatz von Paketrobotern in Kombination mit aGFz denkbar, wo Paketroboter gebündelt mit einem aGFz zu einem bestimmten Punkt geführt werden und von dort für die Feinverteilung «ausschwärmen».

Der mögliche Erfolg solcher Systeme ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu beurteilen (Kosten eines High-Tech-Gerätes pro Einsatzminute im Verhältnis zum generierbaren Transporterlös für die letzte Meile). Weil die Lademenge solcher Paketroboter relativ gering ist, dürfte das Nutzen-Kosten-Verhältnis auch langfristig nur für ausgewählte Transportbedürfnisse attraktiv sein. Die gesellschaftliche Akzeptanz solcher Systeme, insbesondere im urbanen öffentlichen Raum, und die sich daraus ergebenden ordnungspolitischen Vorgaben dürften ebenfalls betriebswirtschaftlich von Bedeutung sein.

Offen ist, ob sich damit Paketroboter ausserhalb von einzelnen Nischen durchsetzen würden. Deren Integration im Mischsystem des öffentlichen Strassenraums bedingt die Beachtung zahlreicher Details:

- Auf Trottoirs und in Fussgängerbereichen dürften Paketroboter die Komplexität des Mischverkehrs erhöhen. Die Häufigkeit von Friktionen mit zu Fuss Gehenden, Leuten mit Gehhilfen, mit Kinderwagen oder mit mechanischen Fortbewegungsgeräten (bspw. Kickbord, Segway etc.) würde zunehmen oder mindestens die freien Bewegungen erschweren (vgl. dazu auch Beobachtungen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Smart-Shuttles in der Innenstadt von Sion). Die Frage nach der Akzeptanz stellt sich somit nicht in erster Linie bei den Kunden (Paketempfängern), sondern insbesondere gesellschaftlich für die betroffenen Personen im öffentlichen Raum. Insbesondere seitens Behindertenverbänden dürfte ev. Widerstand zu erwarten sein.
- Bezüglich Verkehrssicherheit ist aufgrund erfolgter Tests kaum davon auszugehen, dass mit geeigneten Sensoren ausgerüstete Paketroboter Fussgänger anfahren. Vielmehr ist damit zu rechnen, dass Fussgänger Paketroboter unbeabsichtigt behindern und bewusst austricksen (Kinder, infolge Smartphone-Nutzung unachtsame Fussgänger, etc.).
- Zu prüfen wäre etwa, ob Paketroboter auf ausgewählten, dafür markierten öffentlichen Verkehrsflächen («Roboter-Tracks») Priorität erhalten sollen, oder ob sich Güterumschlag- und Auslieferroboter selber reaktiv im Mischverkehr bewegen und sich dabei ein- oder gar unterordnen müssen.
- Soll sich ein Paketroboter im Mischverkehr «gleichwertig» einordnen können bedingt dies ev. ein Beobachtungssystem, das «unfreundliche

55 Als Teil einer Gesamtlösung für betriebsinterne Postverkehre (z.B. CodX)

Begegnungen» (erzwungene Behinderungen) oder gar Attacken memorieren kann. Dies wiederum führt zu Herausforderungen mit dem Datenschutz.

- Offen sind Aspekte der Zulassung und ggf. der Rahmenbedingungen und Einsatzvorschriften für automatisierte Lieferwagen einerseits und für Güterumschlag- und Auslieferrobotern andererseits. Mit deren technischer Zulassung verknüpft ist auch die Frage betreffend eines «Einsatzfähigkeitsausweises» für den Halter resp. Betreiber der automatisierten Lieferwagen resp. Paketroboter.
- Im Falle des Bedarfs von infrastrukturellen Anpassungen oder weiteren Vorkehrungen stellt sich die Frage der Zuständigkeiten und der Finanzierung.

Paketroboter werden sich im Innenstadtbereich höchstens in Einzelfällen durchsetzen, da die Bewegungen im dichten Mischverkehr komplex und behinderungsreich, die Akzeptanz von Fussgängern entsprechend gering und das Nutzen-Kosten-Verhältnis solcher Systeme ungünstig sein dürften. In eher peripheren Siedlungsbereichen dürften Paketroboter eher Anwendungen finden.



Drohnen

Drohnen sind eine Transporttechnologie, die sich im Luftraum, ausserhalb der in Städten sonst gewohnten und entsprechend geregelten Verkehrsflächen bewegen. Die Städte regeln bisher nur die Nutzung der Strassenoberfläche und die Infrastrukturen in dessen Untergrund. Der zivile Einsatz von Drohnen stellt daher für Städte und Gemeinden eine besondere Herausforderung dar. Die bisherige Zulassungspraxis ist sehr uneinheitlich.

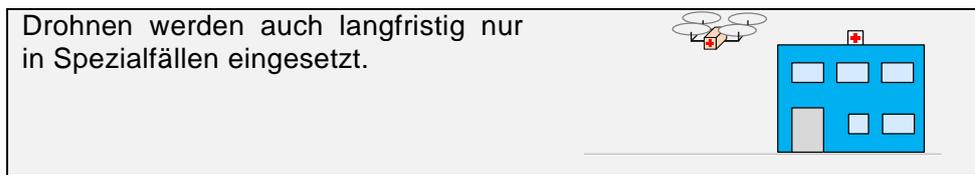
Bei einem «dichten Drohnenverkehr» wäre die Gewährleistung der Sicherheit sehr herausfordernd (Vermeidung von Kollisionen und Abstürzen der Drohnen).

Bezüglich Wirtschaftlichkeit ist zu beachten, dass beim Lufttransport das mögliche Ladegewicht gering und der Energiebedarf vergleichsweise hoch ist.

Der politische und gesellschaftliche Widerstand dürfte aufgrund der Lärmproblematik, der Sicherheit und der Nutzung des Luftraums hoch sein und Zulassungen dürften sich auf ausgewählte Nutzungen beschränken.

Damit ist zu erwarten, dass sich der Einsatz von Drohnen auch langfristig nur in ausgewählten Nischen durchsetzen wird. Mögliche Einsatzgebiete sind:

- Im Gesundheitswesen:
 - Besonders eilige Blut- oder Medikamententransporte zu und zwischen Spitälern oder in abgelegene Orte
 - Bei medizinischen Notfällen: Rasche Zustellung eines Defibrillators, wenn dieser schneller als die Ambulanz am Zielort sein kann.
- Im Post- und Kurierdienst:
 - Zustellung von Briefen oder Paketen in sehr peripheren Gebieten
 - Transporte bei Katastrophen in mit andern Mitteln nicht zugängliche Gebiete.



5.5 Nutzergruppen und allgemeiner Trend

Menschen haben unterschiedliche Ansprüche an die Form der Zustellung von Gütern: Der berufstätige Mensch lässt sich künftig das kleine Paket tagsüber wohl an den Arbeitsplatz liefern, das neue Fernsehgerät möchte er jedoch zuhause entgegennehmen. Und der vorkommissionierte Lebensmitteleinkauf möchte er nach der Arbeit auf dem Nachhauseweg direkt am Bahnhof abholen. Ältere oder mobilitätsbehinderte Personen dagegen schätzen bzw. sind angewiesen auf eine Lieferung bis an die Wohnungstür.

Das automatisierte Fahren stellt eine neue Technologie dar, die viele neue Möglichkeiten eröffnet und Veränderungen der bisherigen Abläufe und Gewohnheiten mit sich bringen kann. Der Automatisierung im Verkehr stehen jedoch auch andere Mobilitätstrends entgegen, wie bspw. die Stadt der kurzen Wege, der Veloförderung, inkl. Cargobikes. Zusammen dürften diese Trendentwicklungen die Vielfalt und Komplexität des Strassenverkehrs sowohl bezüglich Personenmobilität wie betreffend den Gütertransport in Siedlungsgebieten der Schweiz erhöhen.

6 Abkürzungsverzeichnis

ACVS	Arbeitsgemeinschaft der Chefs der Verkehrspolizeien der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein
ADR	Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route)
aFz	Automatisierte Fahrzeuge
aGFz	Automatisierte Güterverkehrs-Fahrzeuge
AGV	Automated Guided Vehicles (für den fahrerlosen Transport von Containern in Terminals)
ASTAG	Schweizerischer Nutzfahrzeugverband
B2B	Business-to-business
B2C	Business-to-consumer
CST	Cargo-Sous-Terrain
C2C-Kommunikation	Car-to-Car-Kommunikation
FTS	Fahrerloses Transportsystem
FVS	Fonds für Verkehrssicherheit
GFz	Güterverkehrs-Fahrzeug (Lastwagen+Lieferwagen)
HLS	Hochleistungsstrasse
KEP	Kurier-, Express- und Paketdienst
LSA	Lichtsignalanlage
SUVA	Schweizerische Unfall-Versicherungs-Anstalt