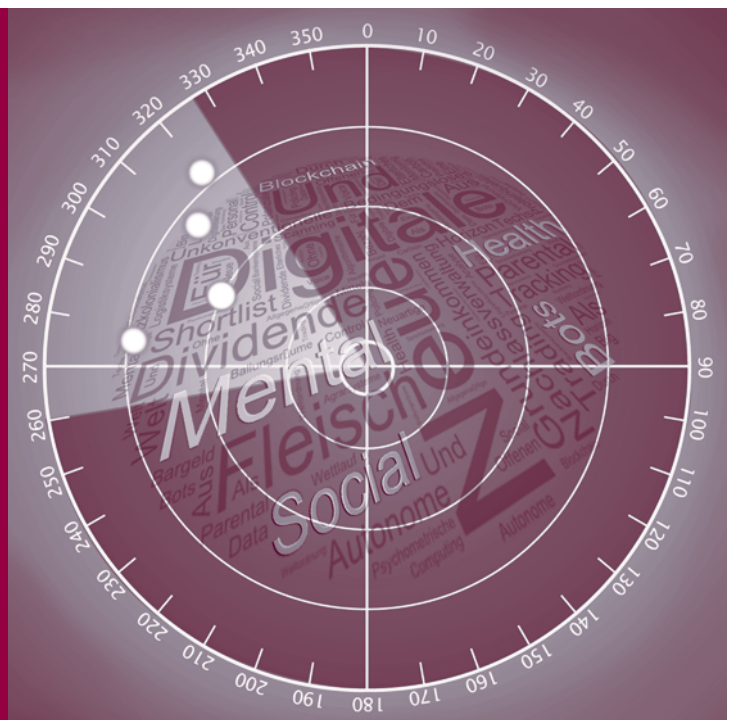




BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG

Christoph Bogenstahl
Jan-Peter Ferdinand
Sebastian Weide

Autonome Logistiksysteme für Ballungsräume





Autonome Logistiksysteme für Ballungsräume

Kurzdarstellung des Themas

Laut der Vorausberechnung World Urbanization Prospects der Vereinten Nationen werden im Jahr 2050 über 66 % der Weltbevölkerung in urbanen Ballungsräumen leben; eingegrenzt auf stärker entwickelte Länder sogar über 85 %. Dies führt zu einem enormen Modernisierungsdruck auf urbane Infrastrukturen und Logistiksysteme, die adäquate Ver- und Entsorgung der städtischen Bevölkerung mit Gütern zu gewährleisten. Autonome Logistiksysteme sind ein Ansatz, dieser Herausforderung zu begegnen.

Hier stellt sich die Frage, welche Erwartungen mit der Nutzung von autonomen Logistiksystemen in urbanen Ballungsräumen verbunden sind und wie sich Rahmenbedingungen für deren Nutzung gestalten lassen, die vor dem Hintergrund eines stetig wachsenden Logistikbedarfs neben reinen ökonomischen Effizienzkriterien auch die sozialen und ökologischen Effekte möglicher Anwendungsszenarien berücksichtigen.

So kann die häufig postulierte, breite gesellschaftliche Akzeptanz des Einsatzes von Drohnen für den Gütertransport in urbanen Ballungsräumen keineswegs als gesichert angenommen werden. Ebenso sind regulatorische (u. a. Belange der Flugsicherheit), technische (u. a. Reichweite und räumliche Positionierung autonomer Systeme) und ökonomische Wechselwirkungen zu berücksichtigen.

Hintergrund und Stand der Entwicklung

Der Gütertransport nimmt seit Jahren stetig zu. 2014 wurden die gesamten Gütertransportaktivitäten in den 28 EU-Staaten auf 3.524 Mrd. tkm geschätzt (European Commission 2016), laut Angaben des Statistischen Bundesamtes belief sich die Transportleistung alleine in Deutschland im Jahr 2016 auf 659,9 Mrd. tkm (für die Verkehrsträger Straße, Eisenbahn, Binnenschiff und Rohrleitung; Destatis 2016). Entsprechend steigt auch der Umsatz der deutschen Logistikbranche – 2014 lag dieser bei 235 Mrd. Euro (Fraunhofer SCS 2015).

Doch führt die zu erwartende, weiter steigende urbane Verdichtung und Erhöhung des Transportaufkommens zu einem enormen Modernisierungsdruck auf urbane Infrastrukturen. Dies betrifft insbesondere den Warentransport innerhalb von Städten, der mit dem aus Bürgersicht vorrangigen Individual- und öffentlichen Nahverkehr in Konkurrenz steht. Neue Technologien, Transportwege (über- und unterirdisch) und -arten müssen in den Blick genommen werden,



um den drohenden Verkehrskollaps abzuwenden (Deutsche Post AG 2012). Ebenso eröffnen neue Logistiksysteme ökonomische Chancen, wie beispielsweise die schnellere und individuellere Belieferung, was insbesondere bei verderblichen Waren oder lebenswichtigen Medikamenten relevant ist.

Entwicklungspfade, die zukunftsfähige Logistiklösungen beeinflussen und ermöglichen, verdichten sich in technologischen Bereichen wie Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M), Cloud Computing oder 3-D-Druck sowie in allgemeinen Individualisierungstendenzen bei Konsumententscheidungen und dem Anstieg des Dienstleistungsanteils im Kontext hybrider Wertschöpfung (PwC 2016). Laut einer Mitgliederbefragung der Bundesvereinigung Logistik (BVL 2015) ist (wenig überraschend) die Digitalisierung der entscheidende Megatrend, der sich durch all diese Entwicklungen zieht.

Diese Entwicklungen fließen im Ansatz autonomer Logistiksystemen zusammen, die den Transport von Waren automatisiert umsetzen, beispielsweise mithilfe von Greifarmrobotern oder Kommissionierautomaten im Warenumschlag oder mittels Transportdrohnen in der Zustellung von Sendungen, Paketen und Waren. Erstaunlicherweise liegt der Grad der Automatisierung in der Logistik mit nur etwa 10 % (Ziegler 2016), viel niedriger als beispielsweise in der Automobilindustrie. Allerdings ist mit einer steigenden Dynamik zu rechnen. Getrieben wird die Thematik durch die Entwicklung neuartiger Geschäftsmodelle im Onlinehandel einerseits und durch technologische Entwicklungen im Bereich unbemannter Luftfahrzeuge (umgangssprachlich Drohnen), autonomer Roboter sowie verbesserten Navigationsalgorithmen andererseits. Diese Entwicklungen verbinden sich in neuen Logistikansätzen, die ihr Potenzial insbesondere in urbanen Ballungsräumen entfalten können.

Logistikunternehmen wie DHL und Hermes sowie Onlineplattformen wie Amazon erproben aktuell prototypische Anwendungen für autonome Logistiksysteme. Mit Perspektive auf deren flächendeckenden Einsatz ist unklar, wie diese sich kurzfristig in bestehende urbane Infrastrukturen einfügen bzw. welche mittel- und langfristigen Anpassungen sie auslösen. So experimentiert die DHL International GmbH als nächste Ausbaustufe für das bereits 2001 etablierte System von Packstationen aktuell deren Befüllung mit Transportdrohnen, die sich aus der Packstation auch selbst mit frisch geladenen Akkus versorgen können (Flohr 2016). Dies würde zu einer Bündelung und Fokussierung des Drohnenverkehrs führen, wie es im Transportwesen aus Effizienzgründen angestrebt wird. So werden Stückgüter üblicherweise zur besseren Auslastung von Transportmitteln zunächst in Umschlagzentren gebracht und von dort auf regionale Niederlassungen verteilt.

Die Herausforderungen drohnenbasierter Logistiksysteme ergeben sich einerseits daraus, dass die individuelle Zustellung von Sendungen an Ein- oder Mehrfamilienhäuser in dicht besiedelten Räumen aus technischen Gründen



enorm schwierig ist (enge Häuserschluchten; Oberleitungen; Störungen des Funksignals etc.). Andererseits sind die Sicherheitsbedenken besonders hoch, wenn kein Sichtkontakt zwischen Drohne und der steuernden Person herzustellen ist. Aus diesen Gründen ist die persönliche Paketzustellung per Drohne faktisch nicht zu realisieren, auch wenn dies häufig im Rahmen von Pilotversuchen suggeriert wird. Als Beispiel sei hier nur die pressewirksame Zustellung von Popcorn durch eine Amazondrohne in Großbritannien im Dezember vergangenen Jahres genannt (Beer 2016). Wenn auch weniger publik, regte sich in Großbritannien schon bald Bürgerprotest gegen den prototypischen Drohneinsatz. Amazon musste die Tests überhaupt auch erst nach Großbritannien verlegen, da die notwendige Genehmigung für Tests außer Sichtweite in den USA nicht erteilt wurde (Flohr 2016).

Für den Transport individueller, personengebundener Güter in urbanen Räumen werden aktuell prototypische Anwendungen autonom fahrender flurbundener Transportfahrzeuge (fahrerlose Transportfahrzeuge [FTF]) mit einer Lastaufnahme von bis zu 20 kg erprobt (Knight 2017). Diesen Ansatz aufgreifend, testet der Paketdienstleister Hermes in den Städten London, Washington und Tallinn die Zustellung per Lieferroboter über den Bürgersteig. Als ein weiterer Ansatz werden neuartige Zustellkonzepte erprobt, um Totraum bzw. Flächen in Städten besser zu erschließen und gleichzeitig die Zustellung flexibler zu gestalten. Pakete können dabei in den Kofferraum von parkenden Autos zugestellt und flexibel abgeholt werden.

Zum autonomen Transport größerer Gütermengen wird das so genannte Platooning als Zukunftskonzept diskutiert, in dem mehrere Lkw als Road Train per WLAN miteinander gekoppelt autonom fahren. Eine aktuelle Herausforderung bleibt aber noch die Car2Car-Kommunikation zwischen den am Gesamtzug beteiligten Lkw (Neubert 2017). Diese könnten die autonome Belieferung von Verteilzentren in unmittelbarer Stadtnähe autonom übernehmen.

Weitere, noch in konzeptionellen Stadien befindliche, Ansätze wie etwa der Warentransport in U-Bahnen – analog zum früheren Gepäckwagen – oder das an ein überdimensionales Rohrpostsystem erinnernde Hyperloopsystem, bei dem Menschen oder Waren in Kapseln durch überirdische Vakuumröhren befördert werden, zeigen die vielfältigen Gedankenspiele alternativer Logistiklösungen. Vor dem Hintergrund der dargestellten Konzepte stellt sich die Frage, welche Erwartungen mit der Nutzung von autonomen Logistiksystemen in urbanen Ballungsräumen verbunden sind, inwiefern dafür notwendige städtische Infrastrukturen vorhanden sind und wie sich die Rahmenbedingungen für deren Nutzung so gestalten lassen, dass hinsichtlich eines stetig wachsenden Logistikbedarfs neben ökonomischen Effizienzkriterien auch die sozialen, ethischen und ökologischen Effekte möglicher Anwendungsszenarien mit berücksichtigt werden können.



In diese Gesamtabwägung einer möglichen Zukunft autonomer Logistiksysteme in Ballungsräumen sind sicher noch weitere Konzepte und Ansätze mit einzubeziehen. So ist es denkbar, dass weitere Fortschritte im Bereich städtischer Verkehrsleitsysteme beispielsweise durch Echtzeitanalysen von Verkehrsflussdaten den autonomen Transport von Gütern auch im dicht besiedelten städtischen Raum unterstützen. Dies wird insbesondere dann relevant, wenn größere Flotten autonom fahrender Fahrzeuge in Städten gesteuert werden können.

Gesellschaftliche und politische Relevanz

Die Beispiele zeigen die Chancen, Risiken und Herausforderungen autonomer Logistiksysteme in urbanen Ballungsräumen auf. Daran geknüpfte Diskussionen spitzen sich aktuell insbesondere hinsichtlich des Einsatzes von Drohnen zu.

Zum einen werden hier sicherheitstechnische, Regulierungsfragen tangierende Aspekte offenkundig: Der Luftraum kann in Ballungszentren nicht beliebig und unkontrolliert durch eine Vielzahl von Drohnen in engen Häuserzeilen genutzt werden. Entsprechend fordert u. a. die Deutsche Flugsicherung die Registrierung von Drohnen (Kannenberg 2016). Das Bundesverkehrsministerium hat hierauf bereits reagiert und einen Entwurf für die Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten auf den Gesetzgebungsweg gebracht (BMVI 2017), die am 10. März 2017 im Bundesrat mit Änderungsempfehlungen beraten und beschlossen wurde (Bundesrat 2017a u. 2017b). Die Bundesregierung ist nun gehalten, diese Empfehlungen umzusetzen.

Zum anderen wird auch deutlich, dass die gesellschaftliche Akzeptanz des Einsatzes von Drohnen – oder generell autonomen Transportsystemen im öffentlichen (Ballungs-)Raum – keineswegs als gesichert angesehen werden kann. Im Gegenteil, es hat sich bereits ein Markt für Antidrohntechnologien entwickelt (Schwan 2017). Dieses Angebot reicht von speziell auf das Abfangen von Drohnen abgerichteten Raubvögeln (Schönert 2016) bis hin zu technischeren Lösungen wie beispielsweise die »DroneGun« des US-amerikanischen Unternehmens Droneshield (<https://www.droneshield.com/dronegun/>). Derlei Gewehre unterbrechen die für das Steuern von Drohnen relevanten Signale und haben eine Reichweite von 2 bis 3 km. Im militärischen Einsatzbereich wurden bereits erfolgreich Phasern zum Abfangen von Drohnen getestet (Schwan 2017). Auch wenn eine aktuelle Umfrage der Bitkom (2017) die grundsätzliche Aufgeschlossenheit gegenüber Drohnenlieferungen nahelegt, zeigt der wachsende Markt für die Abwehr ziviler Drohnen, dass sich Bürger durch einen verstärkten Drohneneinsatz auch bedroht fühlen könnten. Anbieter entsprechender Lösungen stehen in diesem Zusammenhang einerseits vor der offenen Frage der Nut-



zerakzeptanz sowie andererseits vor der Herausforderung, die Infrastrukturen ihrer Logistiksysteme verlässlich vor externen Störungen zu schützen.

Mögliche vertiefte Bearbeitung des Themas

Das Thema »Autonome Transportsysteme für Ballungsräume« könnte in Form einer Kurzstudie weiter untersucht werden. In diese könnten die Ergebnisse eines erweiterten Literaturscreenings – beispielsweise ergänzt um internationale Aspekte und strukturierter Expertenbefragungen in Form von Workshops und/oder Interviews – einfließen. Als Experten wären unter anderem Verkehrslogistiker, Städteplaner, Logistikdienstleister und seitens der Politik Vertreter großer deutscher Städte (Berlin, Hamburg, München) sowie übergreifend des Deutschen Städtetags denkbar. In einer darauf aufbauenden vertiefenden Studie könnten die komplexen Facetten des Themenzusammenhangs sehr viel umfangreicher herausgearbeitet und gegebenenfalls im Rahmen von Fokusgruppen mit Bürgern partizipativ diskutiert werden, um die Verbraucher- und Anwenderperspektive stärker zu berücksichtigen.

Literatur

- Beer, K. (2016): Amazon liefert erste Bestellung per Drohne in Großbritannien aus. 15.12. <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Amazon-liefert-erste-Bestellung-per-Drohne-in-Grossbritannien-aus-3570750.html> (28.3.2017)
- Bitkom Research (2017): Drohnen und Roboter sind die Paketboten der Zukunft. 29.3., <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Drohnen-und-Roboter-sind-die-Paketboten-der-Zukunft.html> (29.3.2017)
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2017): Klare Regeln für Betrieb von Drohnen. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LR/151108-drohnen.html> (29.3.2017)
- Bundesrat (2017a): Drohnenverordnung. PlenumKOMPAKT TOP 79, www.bundesrat.de/DE/plenum/plenum-kompakt/17/954/954-pk.html;jsessionid=31AB791D66DCEDE7F5D9853B69282CD5.2_cid374#top-79 (29.3.2017)
- Bundesrat (2017b): Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten. www.bundesrat.de/SharedDocs/beratungsvorgaenge/2017/0001-0100/0039-17.html (29.3.2017)
- BVL (Bundesvereinigung Logistik e.V.) (2015): Welche Themen prägen die Logistik 2015? BVL-Umfrage, Statista GmbH (Hg.), <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/381936/umfrage/logistik-wichtige-themen/> (29.3.2017)
- Deutsche Post AG (2012): *Delivery Tomorrow. Logistik 2050 – Eine Szenariostudie.* Bonn
- European Commission (2016): *Statistical Pocketbook 2016. EU Transport in figures.*
- Flohr, U. (2016): DHL: Experimente bitte! In: *Technology Review* 9, S. 54–56



- Fraunhofer SCS (Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services) (2015): Die Top 100 der Logistik. 2012–2013. Nürnberg
- Kannenberg, A. (2016): Deutsche Flugsicherung fordert Registrierung von Drohnen. 23.6. <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Deutsche-Flugsicherung-fordert-Registrierung-von-Drohnen-3246707.html> (29.3.2017)
- Knight, W. (2017): Treuer Roboter als Gepäckwagen. 7.2., <https://www.heise.de/tr/artikel/Treuer-Roboter-als-Gepaeckwagen-3618422.html> (29.3.2017)
- Neubert, H.-J. (2017): Autonomes Fahren: Ein Fahrer, viele Laster. 27.2., <https://www.heise.de/tr/artikel/Autonomes-Fahren-Ein-Fahrer-viele-Laster-3594653.html> (29.3.2017)
- PwC (PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft) (2016): In oder out? Wohin geht die Reise in der Kontraktlogistik? Transport & Logistik Kompass, o.O.
- Schönert, U. (2016): Fang die Drohne. 19.10., <https://www.heise.de/tr/artikel/Fang-die-Drohne-3326249.html> (29.3.2017)
- Schwan, B. (2017): Aufrüstung gegen Drohnen. 30.1., <https://www.heise.de/tr/artikel/Aufruestung-gegen-Drohnen-3590673.html> (29.3.2017)
- Statista GmbH (2017): Transportleistung im Güterverkehr in Deutschland im Jahr 2016 nach Verkehrszweigen (in Milliarden Tonnenkilometer). Güterverkehr in Deutschland nach Verkehrszweigen 2016. Hamburg
- Ziegler, P.-M. (2016): Autonome Systeme in der Logistik. 7.6., <https://www.heise.de/ct/ausgabe/2016-13-Autonome-Systeme-in-der-Logistik-3228780.html> (30.3.2017)



**BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG**

Karlsruher Institut für Technologie

Neue Schönhauser Straße 10
10178 Berlin

Tel.: +49 30 28491-0
buero@tab-beim-bundestag.de
www.tab-beim-bundestag.de
[@TABundestag](https://twitter.com/TABundestag)

ISSN-Internet 2629-2874