



Bedarf für die Paketzustellung durch Drohnen – eine Alternative für die Versorgung schwer erreichbarer Gebiete?

Annika Path¹ · Kerstin J. Schaefer¹ · Anna Straubinger² · Antoine Habersetzer³

Eingegangen: 19. April 2022 / Überarbeitet: 9. Oktober 2022 / Angenommen: 22. November 2022 / Online publiziert: 30. Dezember 2022
© Der/die Autor(en) 2022

Zusammenfassung

Die Versorgung der nordfriesischen Inseln und Halligen ist stark durch ihre Tiden-, Witterungs- und Saisonabhängigkeit geprägt. Die vorliegende Untersuchung prüft, ob eine Belieferung dieser schwierig zu erreichenden Gebiete mit Transportdrohnen das Potenzial hätte, mögliche Versorgungslücken zu schließen, um zur Angleichung der Lebensverhältnisse an die des Festlands beizutragen. Qualitative Interviews mit Stakeholdern der Region zeigen, dass die Saisonalität der Fähren zu Einschränkungen in der Versorgung, vor allem mit zeitkritischen Gütern, führt. Obwohl die Anwohner*innen Anpassungsstrategien wie Vorratshaltung entwickelt haben, gibt es immer wieder kurzfristig unerfüllten Bedarf an Spezialgütern. Ein anhand bestehender regionaler Versorgungsrouten erarbeitetes Drohnenkonzept zeigt, dass die Nutzung von Drohnen das Potenzial hat, durch Ergänzung des bestehenden Schiffsverkehrs die Versorgungssituation zu verbessern. Allerdings ist der Großteil der Befragten dem Einsatz von Drohnen gegenüber skeptisch. Die geäußerten Bedenken beziehen sich hauptsächlich auf Umweltschutz, Nachhaltigkeit, touristische Attraktivität und die Einsatzfähigkeit von Drohnen bei widrigem Wetter. Somit zeigt sich, dass die Akzeptanz neuer Technologien durch die Bevölkerung eine Kernherausforderung für die erfolgreiche Lösung von Versorgungsengpässen durch Transportdrohnen ist und neben der Untersuchung der technischen und ökonomischen Machbarkeit solcher Konzepte zentrale Beachtung finden muss.

Schlüsselwörter Paketdrohnen · Saisonalität · Umweltschutz · Nordfriesische Inseln und Halligen · Akzeptanz

Abstract

The supply of the North Frisian Islands and Halligen is strongly characterized by their dependency on tides, weather, and seasons. This study examines whether supplying these difficult-to-reach areas with transport drones would have the potential to fill possible supply gaps to contribute to the alignment of living conditions with those of the mainland. Qualitative interviews with stakeholders in the region indicate that the seasonality of ferries leads to supply constraints, especially for time-critical goods. Although local residents have developed adaptation strategies such as stockpiling, there are always short-term unmet needs for specialty goods. A drone concept developed using existing regional supply routes shows that the use of drones has the potential to improve the supply situation by supplementing existing shipping. However, the majority of respondents are skeptical about the use of drones. The concerns expressed are mainly related to environmental protection, sustainability, tourist appeal, and the ability of drones to operate in adverse weather conditions. Thus, it can be seen that the acceptance of new technologies by the population is a core challenge for the successful solution of supply bottlenecks by transport drones and must receive central attention in addition to the investigation of the technical and economic feasibility of such concepts.

Keywords Parcel drones · Seasonality · Environmental protection · North Frisian Islands and Halligen · Acceptance

✉ Annika Path, M. A.
annikapath9@gmail.com

¹ Institut für Wirtschafts- und Kulturgeographie, Leibniz Universität Hannover, Schneiderberg 50, Hannover, Deutschland

² ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, L7, 1, Mannheim, Deutschland

³ Bauhaus Luftfahrt, Willy-Messerschmitt-Str. 1, Taufkirchen, Deutschland

Einleitung

Die Versorgung entlegener Regionen mit Gütern und die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse sind Kernaufgaben der Raumplanung in Deutschland. In küstennahen Gebieten, wie den nordfriesischen Inseln und Halligen (NI&H), zu denen keine feste Verbindung vom Festland besteht, herrscht eine starke Abhängigkeit von der Versorgung mit Fähren (Könönen et al. 2016, S. 54). Die Frequenz dieser Fähren hängt nicht nur vom saisonalen Tourismus ab, sondern auch von Witterung und Tide, was zu temporären Unterbrechungen in der Versorgung führen kann. Obwohl sowohl die Bundesregierung als auch das Land Schleswig-Holstein eine Angleichung der Lebensverhältnisse in Bezug auf den Zugang zu Waren, Gütern und Dienstleistungen anstreben (Land Schleswig-Holstein o.J.; Die Bundesregierung 2019), fokussiert sich die bisherige Mobilitätsplanung der Region eher auf den touristischen Nutzen der Infrastruktur als auf die Situation der Einheimischen (Könönen et al. 2016, S. 121 f).

Aus der Abhängigkeit von Tide, Witterung und Saison ergibt sich jedoch das Potenzial neue Technologien wie beispielsweise Transportdrohnen zur Paketzustellung zu nutzen, um eine Versorgungsalternative zum Fährbetrieb bereitzustellen. Daher untersuchen wir in der vorliegenden Studie die aktuelle Versorgungssituation der NI&H bezüglich der Paketzustellung zeitkritischer Güter und das Potenzial für eine ergänzende Belieferung durch Drohnen. Die Leitfragen sind: *Wie ist die Einschätzung lokaler Akteure zur aktuellen Versorgungssituation mit zeitkritischen Gütern auf den NI&H? Inwiefern könnte die Lieferung zeitkritischer Güter per Drohne einen Mehrwert für Nutzer*innen stiften?*

Zur Beantwortung dieser Fragen führen wir Interviews mit Stakeholdern der NI&H, die es erlauben, potenzielle Versorgungslücken zu identifizieren und den Bedarf zukünftiger Nutzer*innen zu verstehen. Die Darstellung eines möglichen Paketzustellnetzwerks für Drohnen erlaubt es

uns außerdem, die Akzeptanz eines Drohnenversorgungskonzepts in der Bevölkerung zu diskutieren.

Erläuterungen zur Versorgungslage auf Inseln

Auf Ebene der EU steht die territoriale Angleichung zwischen Inseln und Festland verstärkt im Fokus. Der Europäische Ausschuss der Regionen hob 2017 die Entwicklungsunterschiede zwischen den europäischen Inseln und anderen europäischen Regionen hervor und forderte einen Sonderstatus für Inseln in der europäischen Kohäsionspolitik (Vandelle 2017). Eine gemeinschaftliche Verpflichtung für die Bereitstellung regelmäßiger Transportangebote wäre für Inseln von Bedeutung, da viele Transportmittelbetreiber bislang auf höhere Umsätze während der Tourismussaison setzen. Ein ganzjähriger, regelmäßiger Betrieb ist aufgrund der geringen Bevölkerungszahl und damit verbundener geringer Nachfrage oftmals wenig profitabel (Pita et al. 2013, S. 41). Ähnliche Effekte eines gewinnorientierten Wirtschaftens lassen sich auch in der Paketzustellung beobachten. Dienstleister, die nicht an die Auflagen zur universellen Postzustellung gebunden sind, fokussieren sich im Sinne des „Rosinenpickens“ auf urbane Räume und überlassen rurale Gebiete den Postdienstleistern, die diese Kosten nur teilweise durch ihre Tätigkeiten in profitablen Gebieten ausgleichen können (Alimonti et al. 2020, S. 170) (Abb. 1).

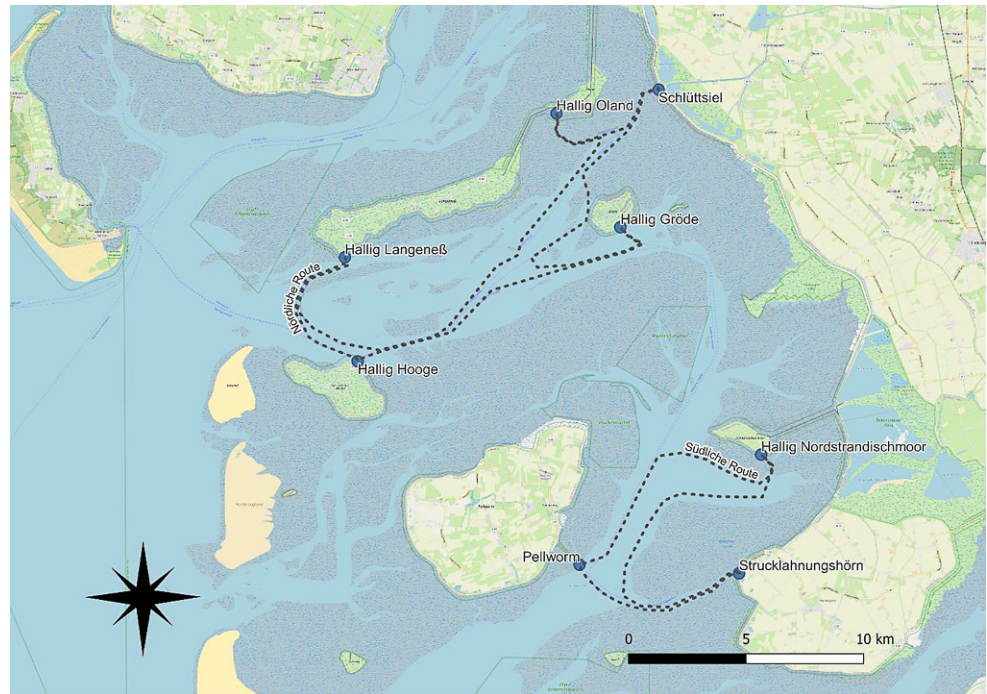
Derzeitiger Forschungsstand zum Einsatz von Drohnen als Transportmittel

Aktuelle Beispiele für den Einsatz von Drohnen sind die autonome Zustellung kleinerer Artikel (bis 3 kg) in Reykjavik oder der erste Testflug einer Schwerlastdrohne im Hamburger Hafen, die bis zu 200 kg Nutzlast über 40 km transportieren kann und für den Einsatz in schwer erreichbaren Gebieten sowie Baustellen gedacht ist (Reintjes 2018,

Abb. 1 Versorgungsfähre auf Pellworm. (Foto: Harald Schäfer)



Abb. 2 Flugrouten für die Versorgungsflüge mit Drohnen. (Abbildung: Annika Path nach OpenStreetMap-Mitwirkende (CC BY-SA 2.0) 2021)



S. 1; Süddeutsche Zeitung 2021). Da die NI&H jedoch nicht nur zu den schwer erreichbaren Regionen gehören, sondern außerdem in einem Naturschutzgebiet liegen, müssen zusätzlich zur technischen Leistung der Drohnen auch die Folgen von Drohnenüberflügen für den Naturschutz eingehend erforscht werden. Die Forschung bezüglich der Wirkung von Drohnen auf Vögel zeigt beispielsweise, dass wenn bestimmte Parameter wie Flughöhe, Geschwindigkeit und Anflugwinkel angepasst werden, die zusätzliche Belastung für die Umwelt begrenzt werden kann (Vas et al. 2015, S. 2; Hodgson und Koh 2016, S. 405), vor allem im Vergleich zu den sonst auf diesen Routen verkehrenden dieselbetriebenen Fährschiffen.

Methodik

Sechs leitfadengestützte Interviews mit lokalen Akteur*innen dienen der qualitativen Erhebung der aktuellen Versorgungslage und dem bestehenden Verbesserungspotenzial auf den NI&H¹ mit einem klaren Fokus auf die Nutzerperspektive. In den Interviews wurde der für die Paketzustellung mit Drohnen relevante Bedarf an zeitkritischen Gütern ermittelt sowie erfragt, welche Güter als zeitkritisch von den Inselbewohnern wahrgenommen werden. Als Interviewpartner*innen wurden sowohl Personen aus der Politik als auch lokale Versorgungsakteur*innen ausge-

¹ Die Insel Sylt und die Hallig Süderoog wurden als Sonderfälle nicht berücksichtigt.

wählt, denen für die Interviews Anonymität zugesichert wurde. Die sechs Interviewten teilten dabei sowohl ihre persönliche Perspektive als Bewohner*innen als auch ihre Einschätzung als Expert*innen zur allgemeinen Lage.

Der Interviewleitfaden ist in drei Abschnitte untergliedert: die aktuellen Versorgungsverhältnisse sowie mögliche Einschränkungen, die aktuelle Versorgungslage und die Einschätzung der Befragten zu dem erarbeiteten Versorgungskonzept mit Drohnen in der Paketzustellung. Die Interviews wurden aufgezeichnet, transkribiert und anhand der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring analysiert (Mayring und Fenzl 2019, S. 635).



Abb. 3 Drohne zum Personentransport. (Foto: Anna Straubinger)

Tab. 1 Auswertungskategorien und Antworten zur Versorgungssituation*Beschreibung der aktuellen Versorgungssituation*

- Heterogene Versorgungsinfrastruktur, maßgeblich davon abhängig, ob eine feste Landquerung vorliegt
- Angebot vor Ort deckt weitgehend täglichen Bedarf ab, jedoch nicht mit Festland vergleichbar
- Starke Nutzung des Onlinehandels wegen günstigerer Preise und besserer Auswahl
- Paketzustellung insgesamt zufriedenstellend, allerdings oft Verspätungen, weswegen zeitkritische Güter eher selbstständig transportiert werden
- Saisonalität der Versorgung wegen Tourismus, Jahreszeiten und Witterungslagen

Einschränkungen in der Versorgung

- Fährverbindung entscheidender Faktor und damit verbundene eingeschränkte Erreichbarkeit bei gewissen Witterungslagen oder Tidenständen
- Inselzuschlag, beispielsweise Fahrtkosten mit Fähre oder Aufschlag für Onlineversand
- Planungsnotwendigkeit wegen eingeschränkter Erreichbarkeit
- Erschwerter Zugang zu zeitkritischen Gütern im Winterhalbjahr, weniger regelmäßiges Transportangebot
- Fehlendes Angebot bestimmter Güter vor Ort
- Generelle Abhängigkeit bei der Versorgung vom Festland
- Eingeschränkte Zustellung von Waren seitens der Dienstleister auf dem Festland

Unerfüllte Bedürfnisse zeitkritischer Güter (absteigende Anzahl an Nennungen)

- Medikamente
- Baumaterialien
- Ersatzteile (bspw. Druckerpatronen oder Ersatzteile für landwirtschaftliche Maschinen)
- Lebensmittel
- Elektrogeräte
- Hobbybedarf
- Heizmaterial
- Malerbedarf
- Kleidung
- Drogerieartikel
- Möbel

Anpassungsstrategien

- Vorratshaltung
- Bündelung von Besorgungen auf dem Festland
- Notfallplan bei medizinischen Notfällen oder bei Ausfällen in der Versorgung
- Verlagerung von Besorgungen auf den Onlinehandel
- Beschaffung einer Lieferadresse auf dem Festland, um den Inselzuschlag zu umgehen
- Nachbarschaftshilfe
- Instandhaltung von alternativen Versorgungswegen (bspw. Landebahnen für Flugzeuge)

Verbesserungspotenzial für die Versorgung

- Schiffsversorgung insbesondere bei krankheitsbedingten Fahrtausfällen
- Stärkung der Autarkie der Inseln und Halligen
- Bündelung der Zustellung von Sendungen aufseiten der Dienstleister
- Aufbau eines lokalen Netzwerks unter den Halligen im Rahmen eines Ortsentwicklungskonzepts, um die Position der Halligen gegenüber den lokalen Stakeholdern zu stärken

Das erarbeitete Paketversorgungskonzept sieht eine Integration von Drohnen in das aktuelle Versorgungsnetzwerk vor (siehe Abb. 2). Die Drohne soll dabei von zwei Versorgungszentren entlang festgelegter Routen zu definierten Landepunkten auf den NI&H fliegen. Da während einer Tour mehrere Pakete transportiert werden sollen, basieren die technischen Daten auf einer größeren Drohne, die für den Personentransport entwickelt wird (s. Tab. 2 im Anhang und Abb. 3). Die Flugstrecken der Drohnen folgen in diesem Konzept den Routen der Fährverbindungen, um sensiblen Bereichen des Nationalparks auszuweichen und die Störung der Fauna durch den Fluglärm so gering wie möglich zu halten. Vergleichbare Ansätze, bei denen die Flugrouten bestehenden Verkehrsrouten folgen, wurden schon in anderen Studien (Plötner et al. 2020) genutzt. Das Versorgungskonzept ist dabei besonders zur Ergänzung des Winterfährbetriebs, während Witterungslagen, die ungünstige Wasserstände verursachen, sowie zur tidenunabhängigen Belieferung relevant.

Ergebnisse zur Analyse der Versorgungssituation und möglicher Integration von Drohnen in das Versorgungsnetzwerk

Die Interviewpartner*innen wurden zur aktuellen Versorgungssituation auf den NI&H befragt, wobei der Schwerpunkt auf Einschränkungen und möglichen Verbesserungspotenzialen für die Region und zukünftige Nutzer*innen lag. Für die Auswertung der Interviews wurden die Aussagen der Befragten in fünf Kategorien eingeordnet, die aus dem Interviewleitfaden abgeleitet wurden (Tab. 1).

Die Beschreibung der aktuellen Situation zeigt, dass die bestehende Versorgungslage sehr heterogen ist und maßgeblich von der infrastrukturellen Anbindung an das Festland und der Jahreszeit abhängt. Das Angebot vor Ort deckt weitgehend den täglichen Basisbedarf der Einheimischen ab. Dennoch spielt der Onlinehandel aufgrund günstigerer Preise und des größeren Angebots eine wichtige Rolle. Im Allgemeinen wird die Paketzustellung meist positiv bewertet, allerdings kommen regelmäßig Verspätungen in der Zustellung vom Festland auf die Inseln vor, was dazu führt, dass der Transport zeitkritischer Güter mit einer Spedition durchgeführt oder der Transport selbst übernommen wird.

Einschränkungen in der Versorgung sehen Anwohner*innen überwiegend in der Abhängigkeit von Tidenstand, Witterungslage und Saison, die die Erreichbarkeit und das Transportangebot stark beeinflussen können. Außerdem wird der sogenannte Inselzuschlag als Einschränkung empfunden, womit einerseits der Zuschlag beim Onlineversand gemeint ist, aber andererseits auch andere zusätzliche Kosten wie beispielsweise die Fahrtkosten für

die Fähre. Zudem wird das begrenzte Angebot vor Ort als Einschränkung gesehen.

Die Auswertung der Interviews zeigt, dass es einige unerfüllte Bedürfnisse in Bezug auf zeitkritische Güter, bzw. auf den NI&H nicht kurzfristig beschaffbare Spezialgüter gibt. Hierzu gehören vor allem Medikamente, wie beispielsweise Insulin oder bestimmte Antibiotika, die die örtlichen Apotheken nicht immer vorrätig haben. Durch die wirtschaftliche Bedeutung des Tourismus müssen außerdem regelmäßig Reparaturen an den Ferienwohnungen vorgenommen werden, für die Bau- und Malermaterial wie Tapeeten oder bestimmte Rohre benötigt werden. Ebenso werden immer wieder spezielle Ersatzteile für beispielsweise landwirtschaftliche Maschinen gebraucht. Hier zeigt sich in den Interviews eine Versorgungslücke was die kurzfristige Beschaffung angeht.

Um den Einschränkungen zu begegnen, haben die Bewohner*innen der NI&H Anpassungsstrategien entwickelt. Dabei wird vorrangig auf Vorratshaltung gesetzt. Viele sind mit großen Kühltruhen und Speisekammern mit Vorräten für bis zu drei Wochen sowie einer umfangreichen Hausapotheke ausgestattet, um auf möglichst viele Eventualitäten vorbereitet zu sein. Weiterhin spielen die Bündelung von Besorgungen und die Nutzung des Onlinehandels eine Rolle. Verbesserungspotenzial wird noch im Bereich der Schiffsversorgung, insbesondere bei krankheitsbedingten Fährausfällen oder in Bezug auf den Fahrplan der Fähren gesehen. Ein weiterer Punkt war der Wunsch nach Verringerung der Abhängigkeit vom Festland, indem z. B. ein Baumarkt oder mehr produzierendes Gewerbe auf den Inseln angesiedelt wird. Außerdem werden die Bündelung bei der Zustellung von Sendungen und der Aufbau eines lokalen Netzwerks unter den Halligen vorgeschlagen.

Zum Konzept der Paketzustellung mit Drohnen äußerten sich die Interviewpartner überwiegend skeptisch. Besonders der Naturschutz wurde mehrfach als Argument gegen den Einsatz von Drohnen genannt. In diesem Zusammenhang wurden auf die Störung der Fauna sowie Lärmbelästigung hingewiesen, die die Nutzung von Drohnen mit sich bringen würden. Dies könnte sich auch negativ auf den Erholungstourismus, auf den sich die NI&H spezialisiert haben, auswirken. Darüber hinaus gab es Bedenken bezüglich der Witterungstauglichkeit bei stürmischen Wetterlagen, die auf den Inseln häufig eine Rolle spielen. Teilweise wurde der Einsatz von Drohnen gänzlich abgelehnt, da die Befragten das Angebot weder als nachhaltig noch als notwendig ansahen. Zwei Interviewpartner zeigten sich allerdings aufgeschlossen und interessiert an der Umsetzung des Konzepts.

Diskussion und Fazit

Zusammenfassend geht aus dieser Studie hervor, dass der Einsatz von Transportdrohnen durchaus Potenzial hat, die Versorgung mit zeitkritischen Gütern mittels Paketzustellung auf den NI&H zu verbessern. Die Interviews zeigen, dass zu den dort nachgefragten zeitkritischen Gütern überwiegend solche gehören, die auch mit einer Drohne vom Festland auf die NI&H transportiert werden könnten, beispielsweise Medikamente, Spezialwerkzeuge oder kleinere Ersatzteile für landwirtschaftliche Maschinen. Die Inselbewohner betonten darüber hinaus in den Interviews die Bedeutung der Vorratshaltung und ihre Fähigkeit vorausschauender Einkaufsplanung; ein Aspekt der bisher in der Literatur zu schwer erreichbaren Gebieten kaum Beachtung findet, jedoch nicht für alle Gütergruppen anwendbar ist.

Durch die im Versorgungskonzept geprüften technischen und logistischen Voraussetzungen zeigt sich, dass Drohnen prinzipiell vorhandene Versorgungslücken wie etwa in der touristischen Nebensaison oder bei ungünstigen Wasserständen ausgleichen könnten. So wäre durch die Aufteilung der Inseln und Halligen in zwei Routen, die den Strecken der Fährschiffe folgen, ein Rundflug möglich, der von der im Versorgungskonzept betrachteten Transportdrohne absolviert werden kann. Nach dem aktuellen Stand der Forschung würde ein regelmäßiger Überflug des Nationalparks die Natur nicht stärker belasten, als es derzeit bereits durch das Durchfahren der Fähren geschieht. Hierzu sind der Literatur zufolge eine große Flughöhe sowie ein vertikaler Anflug notwendig, da die Flugkörper sonst fälschlicherweise als Raubtier auf die Tiere am Boden wirken könnten und es zu Störungen kommen könnte, die insbesondere in der Brutzeit vermieden werden sollten.

Allerdings zeigen die Interviews, dass die Akzeptanz neuer technischer Lösungen, vor allem im Hinblick auf deren negative Externalitäten in der Bevölkerung unbedingt beachtet werden muss, da die Haltung der Interviewpartner gegenüber dem Einsatz von Drohnen eher skeptisch ist. Die Forschung beschäftigt sich aktuell verstärkt mit dem Thema Akzeptanz. Studien zum Thema Passagierdrohnen zeigen, dass Informationen und Berührungspunkte sowie Vertrauen in die Technologie und deren Sicherheit zu einer besseren Akzeptanz beitragen (Planing und Pinar 2019, S. 3; Al Haddad et al. 2020). Gleichzeitig werden zu späteren Zeitpunkten auch die (öffentlichen oder privaten) Betreibermodelle verschiedener Anbieter und deren Einfluss auf Preise, Ressourcenverbrauch und Arbeitnehmerrechte (wie aktuell die Diskussion um urbane Lieferdienste zeigt) einen großen Einfluss auf Nutzerakzeptanz haben. Dementsprechend ist weitere Forschung notwendig, um die Hintergründe von Bedenken zum Einsatz von Transportdrohnen auf den NI&H besser verstehen zu können und herauszufinden, wie eine höhere Akzeptanz durch die Bevölkerung erreicht werden

kann. Letzten Endes wird erst eine umfangliche Analyse der Kosten und Nutzen konkreter Umsetzungsbeispiele zeigen können, inwiefern die Vor- und Nachteile neuer Technologien und Betreibermodelle tatsächlich Verbesserungen im Hinblick der Raumgerechtigkeit mit sich bringen können. Dieser Beitrag soll diese Diskussion unterstützen und zu weiterer Forschung anregen.

Anhang

Musterkonfiguration einer Alia-250 der Firma Beta Technologies für den Einsatz im Untersuchungsgebiet

Tab. 2 Musterkonfiguration einer Transportdrohne für den Einsatz im Untersuchungsgebiet. (Quelle: Eigene Daten)

Parameter	Einheit	Wert	Erläuterung
Konfiguration	–	Lift & Cruise	Zwei separate Antriebsstränge für vertikalen Flug und Reiseflug (Musterkonfiguration BETA Technologies Alia-250)
MTOW	kg	800	Maximales Abfluggewicht
Payload	kg	100	Nutzlast
Frachtraum	m	2,0 × 1,2 × 1,2	(Länge × Breite × Höhe), entspricht einem DHL-Rollcontainer
Spannweite	m	9	Runterskaliert, normalerweise 15 m
Länge	m	7	Vorderster bis hinterster Punkt
Rotordurchmesser	m	2,6	4 VTOL-Rotoren
Reisegeschwindigkeit	km/h	150	Am energieeffizientesten, Angabe bei Windstille, Regen prinzipiell kein Problem, aktuell noch Sichtflug notwendig, deswegen bei Nebel keine technischen Probleme, sondern regulatorische, allerdings kostspielige Systeme für Fluggeräte und Flugplatz nötig; bei Sturm kein Flug
Reichweite (Reserve)	km	45 (5)	Mit 4 Zwischenlandungen (Annahme: insgesamt 7:30 min Vertikalflug/Schwebeflug), Reserve für Gegenwind/Sonstiges
Reiseflughöhe	m	500	–
Lärmbelastung	–	–	Bei Überflug keine Lärmwahrnehmung am Boden, geräuscharmer als Helikopter eher wie Waschmaschine im Schleudergang
Batteriegewicht	kg	291	–
Nutzbare Energie EOL	kWh	47	Batterie wird bis 20 % entladen, End of Life (EOL) der Batterie bei 80 %
Energiedichte Batteriepack	Wh/kg	250	Inklusive Kühlsystem, etwas besser als aktuell erreichbar, sollte aber innerhalb der nächsten 5 Jahren verfügbar sein
Entladeeffizienz Batterie	%	95	Im Reiseflug
Kosten	–	–	Annahme: eher erhebliche Betriebskosten als Anschaffungskosten

Danksagung Wir bedanken uns für die freundliche Unterstützung von Michael Shamiyeh (Bauhaus Luftfahrt), der uns durch die Bereitstellung der Daten für die Musterkonfiguration einer Alia-250 (siehe Tab. 2) sehr weitergeholfen hat.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Al Haddad C, Chaniotakis E, Straubinger A, Plötner K, Antoniou C (2020) Factors affecting the adoption and use of urban air mobility. *Transportation Res Part A: Policy Pract* 132:696–712
- Alimonti R, Mautino L, Stamatii L (2020) E-commerce growth: competition and regulatory implications for the postal sector. *The changing postal environment*. *Mark Policy Innov*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34532-7>
- Die Bundesregierung (2019) Gleichwertige Lebensverhältnisse. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/faq-gleiche-lebensverhaeltnisse-1666830>. Zugegriffen: 25. März 2021
- Hodgson JC, Koh LP (2016) Best practice for minimising unmanned aerial vehicle disturbance to wildlife in biological field research. *Curr Biol* 26:404–405. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.001>
- Könönen A, Fittkau J, Hamöller G, Lübbers T, Riviere M (2016) Gutachten. Mobilität der Zukunft in Schleswig-Holstein. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/VII/_startseite/Archiv/Artikel2016/160926_mobilitaetsgutachten_material/mobilitaetsgutachten.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugegriffen: 25. März 2021
- Land Schleswig-Holstein Ausgleichszulage für landwirtschaftliche Betriebe in benachteiligten Gebieten. <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/F/foerderprogramme/MELUR/LPLR/ausgleichszulageBenachteiligteGebiete.html>. Zugegriffen: 25. März 2021
- Mayring P, Fenzl T (2019) Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur N, Blasius J (Hrsg) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer VS, Wiesbaden, S 633–648 https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42
- OpenStreetMap-Mitwirkende (2021) Standardkarte. Lizenz: CC BY-SA 2.0. <https://www.openstreetmap.org/#map=11/54.5514/8.5268>. Zugegriffen: 13. Apr. 2022
- Pita JP, Antunes AP, Barnhart C, Gomes de Menezes A (2013) Setting public service obligations in low-demand air transportation networks: application to the azores. *Transportation Res Part A* 54:35–48. <https://doi.org/10.1016/j.trra.2013.07.003>
- Planing P, Pinar Y (2019) Acceptance of air taxis. A field study during the first flight of an air taxi in a European City. <http://www.hft-stuttgart.de/Aktuell/Nachrichten/j2019/m1219/links/acceptance-airtaxis/de/>. Zugegriffen: 13. Apr. 2022
- Reintjes D (2018) In Island bringen Drohnen das Abendessen. <https://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/drohnenlieferungen-in-island-bringen-drohnen-das-abendessen/23623644-all.html>. Zugegriffen: 21. Okt. 2021
- Süddeutsche Zeitung (2021) Volocopter lässt Schwerlastdrohne öffentlich fliegen. <https://www.sueddeutsche.de/wissen/technik-hamburg-volocopter-laest-schwerlastdrohne-oeffentlich-fliegen-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-211012-99-572465>. Zugegriffen: 21. Okt. 2021
- Vandelle N (2017) Europäischer Ausschuss der Regionen fordert Berücksichtigung von Insellage bei den EU-Kohäsionsmaßnahmen nach 2020. <https://cor.europa.eu/de/news/Pages/integration-clause-insularite-dans-politiques-cohesion-ue.aspx>. Zugegriffen: 21. Okt. 2021
- Vas E, Lescroël A, Duriez O, Boguszewski G, Grémillet D (2015) Approaching birds with drones: first experiments and ethical guidelines. *Biol Lett* 11:1–4. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0754>