



Drohnen als Transportmedium: Literaturanalyse zu Chancen und Risiken einer städtischen Luftraumerschließung

Projekt: The Sky is the Limit – Die zukünftige Nutzung des urbanen Luftraums
www.skylimits.info

Verfasser: Robin Kellermann, Tobias Biehle, Liliann Fischer

Juli 2019

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung.....	2
2. Zusammensetzung des Datensatzes	5
3. Ergebnisse der Literaturlauswertung	6
4. Themenschwerpunkte.....	9
4.1 Gesellschaftliche Implikationen	9
4.2 Sicherheit.....	10
4.3 Ethische Aspekte (Privatsphäre)	11
4.4 Umwelt und Nachhaltigkeit.....	12
4.5 Stadtplanung und Infrastruktur	13
4.6 Akzeptanz.....	14
5. Fazit: Drohnen als Transportmedium	16
Literatur	17

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Publikationen nach Jahren.....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 2: Zusammensetzung des Datensatzes.....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 3: Zusammensetzung der Kategorie „Nutzungsversprechen“</i>	<i>7</i>
<i>Abbildung 4: Zusammensetzung der Kategorie „Problematisierungen“</i>	<i>7</i>
<i>Abbildung 5: Zusammensetzung der Kategorie „Barrieren“.....</i>	<i>8</i>
<i>Abbildung 6: Zusammensetzung der Kategorie „Lösungsvorschläge“</i>	<i>8</i>
<i>Abbildung 7: Entwicklung des Themenbereichs „Sicherheit über Jahre“.....</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 8: Entwicklung des Themenbereichs „Umwelt & Nachhaltigkeit“ nach Jahren</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 9: Lösungsvorschläge im Themenfeld „Akzeptanz“.....</i>	<i>15</i>

1. EINLEITUNG

Unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS) gehören zu den wichtigsten technischen Innovationen der letzten Jahre. Ursprünglich dem Militär vorbehalten, erobert die Technologie seit wenigen Jahren zunehmend auch den zivilen Bereich. Ob eingesetzt als Sensormedium zur Datenerfassung, als Transportmedium für leichte Güter und Personen oder für Freizeitwecke; die meist allgemeingebrauchlich als Drohne bezeichneten Fluggeräte können zu einer immensen Erweiterung wirtschaftlicher und sozialer Handlungsspielräume beitragen (SESAR Joint Undertaking, 2018).

Begründet durch das spezifische Zusammenwirken von Datenerfassung und hoher Mobilität werden Drohnen in zunehmendem Maße für wirtschaftliche und sicherheitsbezogene Einsatzzwecke erschlossen. Diese reichen von der Überwachung von Großveranstaltungen oder Grenzen, der optimierten Steuerung von Maschinen in der Landwirtschaft, dem Monitoring von Leitungssystemen und Infrastrukturen bis hin zum Einsatz in der Film- und Bauwirtschaft (Christen et al. 2018: 80ff.).

Auch wenn der gewerbliche Drohneneinsatz aktuell vom Zweck der sensorischen Datensammlung dominiert wird, stellt die Nutzung ziviler Drohnen für Transportzwecke ein weiteres Potenzial dar (OECD 2018). Mehrwerte werden dabei insbesondere für den Onlineversandhandel (Mazur et al. 2016) und humanitäre Lieferungen (Haidari et al. 2016) innerhalb eines großstädtischen oder gar regionalen Radius angenommen. Wird die energetische Kapazität entsprechend gesteigert, können rein technisch betrachtet auch Menschen transportiert werden.

Wenngleich Liefer- und Personendrohnen aktuell noch weit von einem großflächigen Regelbetrieb entfernt sind, liegt in ihnen das Potenzial, eine dritte Dimension der Mobilität und damit eine historische Zäsur der verkehrlichen Stadtraumnutzung zu begründen. Mit dieser Erschließung sind jedoch zugleich eine Vielzahl ethischer, rechtlicher, sozialer und ökologischer Probleme und Herausforderungen verbunden, die in ihrer Tragweite zum Teil noch nicht vollends abgeschätzt werden können (Nentwich und Horváth 2018).

Vor dem Hintergrund der rasanten technischen Entwicklungen im Bereich der unbemannten Luftfahrt liegt das Ziel dieses Berichtes darin, einen komprimierten Überblick des Forschungsfeldes zu präsentieren, der ein Orientierungs-, System- und Handlungswissen (Renn 2013: 29f.) im Bereich der Drohnennutzung für Transportzwecke bereitstellt. Um dieses Ziel zu erreichen, wird die Thematik entlang vier zentraler Analysekatoren erschlossen:

1. Welche *Nutzungsversprechen* werden mit der Drohnentechnologie verbunden?
2. Welche Aspekte und Phänomene werden im Zusammenhang mit der Drohnennutzung *problematisiert*?
3. Welche *Barrieren* stehen der breiten Einführung von Drohnen im Weg?
4. Welche *Lösungen* werden angesprochen, um die problematischen Aspekte der Drohnennutzung bestehende Probleme sowie bestehende Barrieren zu überwinden?

Der Bericht verfolgt dabei zwei Intentionen. Zum einen soll er Akteuren, die bislang nur wenig Berührungspunkte mit dem Gegenstand von Transportdrohnen hatten, einen inhaltlichen Einstieg in die Diskussion um die Luftraumnutzung ermöglichen. Zum anderen richtet sich der Bericht an eine wissenschaftliche Leserschaft, deren spezifische Wissensstände im Spiegel dieser aggregierten Gesamtschau eine Kontextualisierung erfahren können.

Methodisches Vorgehen

Der vorliegenden Überblicksarbeit ging eine umfassende Literaturanalyse voraus. Für diese wurden nach einer deutschen und englischen Stichwortsuche auf Google Scholar und weiterführenden Recherchen im Schneeballprinzip 111 Publikationen¹ aus einem breiten disziplinären Spektrum im Betrachtungs-zeitraum 2013 bis März 2019 ausgewählt. Gestützt durch die Analysesoftware atlas.ti (Version 8) wurden zunächst Aussagen (Zitate) entsprechend der vier Analysekatogorien kodiert.

Die vier Analysekatogorien wurden im Vorfeld wie folgt definiert:

- *Nutzungsversprechen* beschreiben die erwarteten Vorteile, die Drohnen bringen werden oder sollen. Erwartete Vorteile können dabei für verschiedene Interessengruppen entstehen: Hersteller und Nutzer, aber auch für die Gesellschaft.
- *Problematisierungen* identifizieren die negativen Implikationen und Herausforderungen, die mit Drohnen an sich, ihrer Entwicklung, Einführung und Nutzung in Verbindung stehen.
- *Barrieren* stellen konkrete Hürden dar, die die flächendeckende Nutzung von Drohnen in verschiedenen Anwendungsszenarien verhindern.
- *Lösungsvorschläge* beschreiben einerseits konkrete Maßnahmen, die ergriffen werden können, um die erhofften Nutzungsversprechen der Drohnentechnologie zu verwirklichen. Andererseits beschreiben Lösungsvorschläge aber auch Vorschläge wie Drohnen und ihre jetzige Nutzung verbessert werden könnten.

Die in den jeweiligen Analysekatogorien gesammelten Kodierungen wurden anschließend thematisch zusammengefasst. Diese Themenkomplexe ermöglichten im Folgenden eine detailliertere inhaltliche Betrachtung der Analysekatogorien.

Neben der Kodierung von Aussagen wurde für jedes Dokument zusätzlich eine Reihe von Kopfdaten erhoben, die weitere Analysen ermöglichten. Dazu zählten unter anderem das Erscheinungsjahr des Dokuments und seine Autorenschaft (Wissenschaft, Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft, Politik).

Der Fokus dieser Überblicksarbeit lag explizit auf dem Einsatzzweck von Drohnen als Transportmedium für den städtischen Liefer- und Personenverkehr. Veröffentlichungen, die sich explizit anderen, beispielsweise militärischen Einsatzzwecken oder Zwecken der Datensammlung oder Überwachung widmen, flossen daher nicht in die Analyse ein.

Aufbau des Berichts

Im ersten Teil des Berichtes werden zunächst die Auswertungsergebnisse der vier Analysekatogorien präsentiert. Der zweite Teil bildet den Kern dieses Berichts und leitet von einer quantifizierenden Betrachtung zu einer stärker inhaltlichen Betrachtung über. Hierfür werden sechs spezifische Perspektiven und Themenschwerpunkte der Drohnennutzung entlang einiger Analysekatogorien näher beleuchtet und jeweils von zentralen Ergebnissen und zusammenfassenden Beobachtungen abgeschlossen.

▪ Gesellschaftliche Implikationen	▪ Umwelt und Nachhaltigkeit
▪ Sicherheit	▪ Stadtplanung und Infrastruktur
▪ Ethische Aspekte (Privatsphäre)	▪ Akzeptanz

¹ Der Literaturkorpus wurde in einer themenspezifisch geordneten Bibliographie zusammengestellt und ist unter folgendem Link abrufbar: https://skylimits.info/wp-content/uploads/2019/06/Bibliografie-Sky-Limits_Chancen-und-Risiken-der-zivilen-Drohnennutzung.pdf.

Die Auswahl dieser Themenschwerpunkte leitet sich aus einem primär sozialwissenschaftlichen Erkenntnisinteresse sowie aus empirischen Auffälligkeiten in den vier Analysekatgorien ab. Dazu zählen Aspekte der Drohnennutzung, die aufgrund der Häufigkeit ihrer Diskussion zu zentralen Aspekten gezählt werden können bzw. solche Aspekte, die innerhalb der letzten Jahre eine besonders dynamische Entwicklung erfahren haben und damit besondere Aufmerksamkeit verdienen.

Projektkontext

Der vorliegende Literaturüberblick wurde im Rahmen des BMBF-finanzierten Forschungsprojektes „The Sky is the Limit“ (Sky Limits) erstellt, das sich mit den Chancen und Herausforderungen der Luftraumerschließung für den städtischen Liefer- und Personenverkehr beschäftigt (www.skylimits.info).

Ziel dieses von der Technischen Universität Berlin und Wissenschaft im Dialog bearbeiteten Projektes ist die Schaffung einer umfassenden, interdisziplinären Wissensgrundlage und die daran angeschlossene Entwicklung von Szenarien und politischen Handlungsempfehlungen für eine sozial- und umweltgerechte Erschließung des städtischen Luftraums für den Liefer- und Personenverkehr.

Das methodische Programm des Projektes reicht von Sekundäranalysen und Erhebungen zu Technischeinstellungen der Bevölkerung (Fokusgruppen, repräsentatives Telefon-Survey) bis hin zur Durchführung ko-kreativer Beteiligungsformate.

Das disziplinär an der Schnittstelle von Technikfolgenabschätzung, Einstellungsforschung und sozialwissenschaftlicher Mobilitätsforschung angesiedelte Projekt setzt dabei stark auf eine aktive Stakeholder-Einbindung. Expertisen und Meinungen verschiedener Akteure der Luftraumerschließung werden über einen Stakeholder-Workshop und Experteninterviews eingeholt. Zudem wird das Projekt durch einen breitgefächerten Expertenbeirat begleitet, der sich aus Forschung, Wirtschaft, kommunalen Vertretern sowie Verbänden und Behörden speist.

Die Ergebnisse dieses explorativ angelegten Forschungsprojekts sollen einen wichtigen Beitrag zum Anstoß einer stärkeren öffentlichen und forschungsseitigen Debatte über Fragen der städtischen Luftraumnutzung leisten.

2. ZUSAMMENSETZUNG DES DATENSATZES

Interdisziplinarität und thematische Breite

Um dem Anspruch einer systemischen Betrachtung der Luftraumerschließung gerecht zu werden, flossen in die Literaturanalyse Publikationen aus einem interdisziplinären Spektrum ein, das von sozial- und technikkwissenschaftlichen bis hin zu wirtschafts- und rechtswissenschaftlichen Perspektiven reicht. Diese 111 recherchierten Publikationen wurden gemäß ihres inhaltlichen Schwerpunkts in Kategorien gruppiert.

Thematische Überblicksarbeiten (18,9%, 21 Publikationen) nehmen seit 2013 den größten Anteil ein, gefolgt von Publikationen im Anwendungsbezug Logistik (18,0%, 20), Studien mit Fokus auf Fragen von Akzeptanz und Einstellungen gegenüber der Drohnentechnologie (13,5%, 15), Recht und Regulierung (11,7%, 13) sowie Ethik und Technikfolgenabschätzung (10,8%, 12). Darüber hinaus wurden Studien mit Fokus auf Nachhaltigkeit (8,1%, 9), Stadt- und Verkehrsplanung (7,2%, 8) und Publikationen staatlicher Stellen (6,3% 7) identifiziert. Veröffentlichungen zum städtischen Personentransport und der humanitären Logistik konnten in der Literaturrecherche dagegen verhältnismäßig seltener identifiziert werden (jeweils 2,7%, 3), komplettieren aber die inhaltliche Breite der Beschäftigung mit Drohnen als potenziellem Transportmedium.

Autorenschaften

Die deutliche Mehrheit der recherchierten Publikationen (79,3%, 88) stammt von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, gefolgt von Autorinnen und Autoren aus dem privatwirtschaftlichen Bereich bzw. Consulting-Firmen (11,7%, 13). Publikationen aus der politischen (6,3%, 7) und aus der zivilgesellschaftlichen Sphäre (2,7%, 3) konnten innerhalb des Betrachtungszeitraums dagegen nur in weit geringerem Umfang identifiziert werden.

Zeitliche Entwicklung

Betrachtet nach den Erscheinungsjahren lässt sich ein deutlicher Trend zu wachsender (vor allem wissenschaftlicher) Beschäftigung mit der Thematik unbemannter Luftfahrtsysteme erkennen.

Während 2013 nur fünf für den städtischen Liefer- und Personenverkehr relevante Publikationen identifiziert werden konnten (4,5%), waren es 2018 bereits 38 (34,2%).

Bis zum Recherchestopp im März 2019 wurden bereits fünf relevante Publikationen extrahiert, was darauf hindeutet, dass das Interesse am Einsatz von Drohnen für Transportzwecke auch im Jahr 2019 präsent bleiben dürfte.

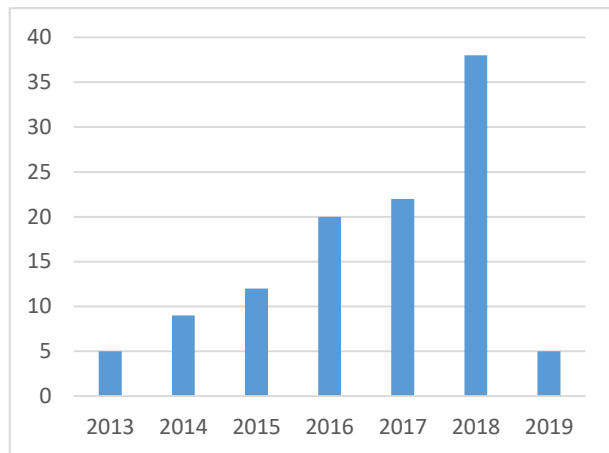


Abbildung 1: Publikationen nach Jahren

3. ERGEBNISSE DER LITERATURAUSWERTUNG

Von der Gesamtzahl der identifizierten Zitate (2.581) entfallen 1.037 Zitate (39,7%) auf Problematisierungen, gefolgt von Lösungen (28,6%, 737) und Barrieren (16,6%, 426). Mit der Drohnentechnologie verbundene Nutzungsversprechen machten mit 381 Zitaten (14,8%) den geringsten Anteil aller identifizierten Zitate aus. Im Gesamteindruck zeigt sich somit angesichts der häufigen Nennung von Problematisierungen und Barrieren, die zusammen 56,3% aller identifizierten Zitate ausmachen, dass die Diskussion über unbemannte Luftfahrtsysteme insbesondere im Zeichen von Nutzungskontroversen bzw. ungelöster Fragen zu stehen scheint. Auch wenn der Diskurs damit durch eine hohe Problemfokussierung charakterisiert ist, werden zugleich eine Vielzahl von Lösungen präsentiert, um den identifizierten Problematisierungen und Barrieren mit konkreten Maßnahmen zu begegnen.

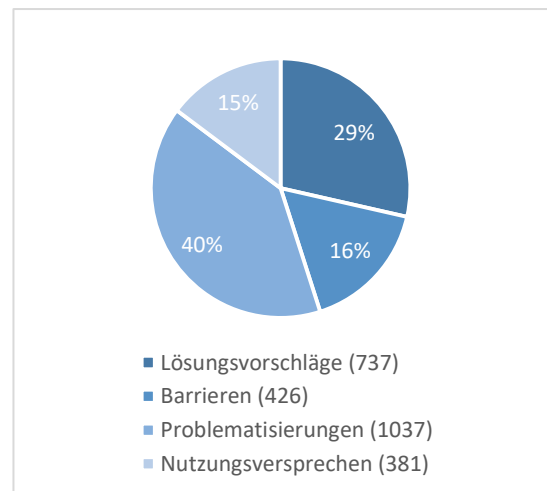


Abbildung 2: Zusammensetzung des Datensatzes

Im Weiteren sollen nun die im Kontext einer transportorientierten Drohnennutzung identifizierten Kategorien *Nutzungsversprechen*, *Problematisierungen*, *Barrieren* und *Lösungsvorschläge* näher beleuchtet werden.

Nutzungsversprechen

Von 381 als Nutzungsversprechen kodierten Zitaten bezieht sich fast die Hälfte (49,3%, 188) auf die Erwartung **wirtschaftlicher Mehrwerte**. Ein Fünftel der Nutzungsversprechen adressiert allgemeine **gesellschaftliche Mehrwerte** (20,2%, 77), gefolgt von mit Drohneneinsätzen verbundenen Hoffnungen auf eine **Entlastung der Umwelt** 11,3% (43 Zitate). Innerhalb des Betrachtungszeitraums zeigt die Thematisierung von Nutzungsversprechen eine deutliche Zunahme. Das Jahr 2018 markierte mit fast der Hälfte aller identifizierten Nutzungsversprechen (161) den Höhepunkt adressierter Nutzungsversprechen.

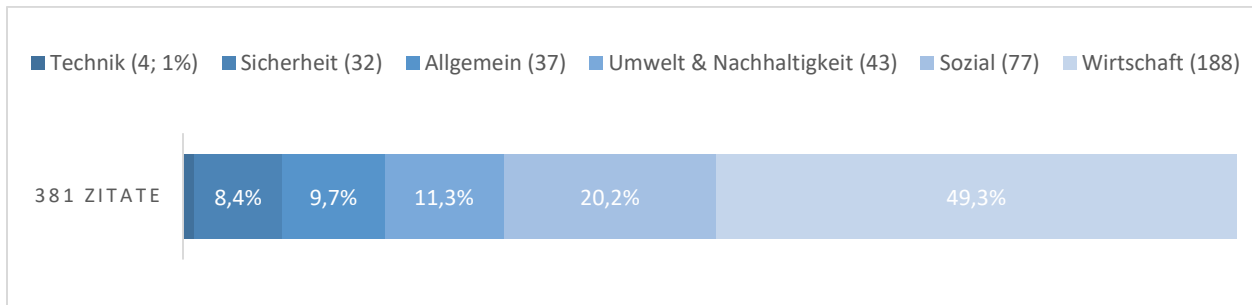


Abbildung 3: Zusammensetzung der Kategorie „Nutzungsversprechen“

Problematisierungen

Die 1.037 als Problematisierungen kodierten Zitate beziehen sich mehrheitlich auf **Recht und Regulierung** (23,9%, 248), knapp gefolgt von möglichen **ethischen Konsequenzen** (22,7%, 235) und potenziellen **Gefahren für die körperliche Unversehrtheit** (22%, 228). Da keine spezifische Autorengruppe hinsichtlich der Adressierung von Problematisierungen heraussticht, scheint ein akteurs- und disziplinübergreifendes Problembewusstsein im Zusammenhang mit der Drohnennutzung zu bestehen. Unter Berücksichtigung der Entwicklung seit 2013 zeigt sich zudem eine insgesamt konstante und damit „zeitlose“ Adressierung der mit der Drohnennutzung verbundenen Problematisierungen.

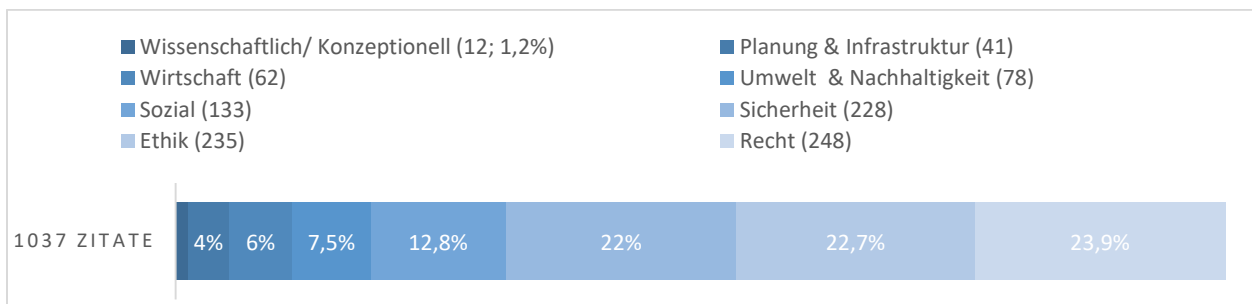


Abbildung 4: Zusammensetzung der Kategorie „Problematisierungen“

Barrieren

Von 426 als Barrieren kodierten Zitaten sind nahezu die Hälfte und damit die überwiegende Mehrheit **technischer Natur** (49,1%, 209). Ein Viertel der Barrieren ist **rechtlicher Natur** (23,7%, 101) und 15,7% beziehen sich auf die fehlende **Akzeptanz für Drohnen in der Bevölkerung** (67). Nur 6,6% der Barrieren sind **wirtschaftlicher Natur**, was indirekt darauf hinweisen könnte, dass eine Wirtschaftlichkeit der Drohnen kaum bezweifelt wird. Nur 4,9% der Barrieren sind **infrastruktureller Natur**.

Zusammengenommen lässt die dominante Adressierung technischer und rechtlicher Barrieren (kumuliert 72,8%) somit den Eindruck entstehen, dass die Hürden eines großflächigen Drohneneinsatzes bislang insbesondere in der noch nicht ausgereiften Technik und einer hinderlichen bzw. ungenügenden Regulierung bzw. Rechtslage gesehen werden. Die Möglichkeit mangelnder Akzeptanz wird dagegen bisher nur erstaunlich wenig thematisiert, was angesichts der potenziellen Eingriffstiefe der Drohnentechnologie – etwa bei mit Kameras ausgestatteten Drohnen (Bischof 2017) – und ihrer möglichen ethischen Konsequenzen bemerkenswert erscheint.

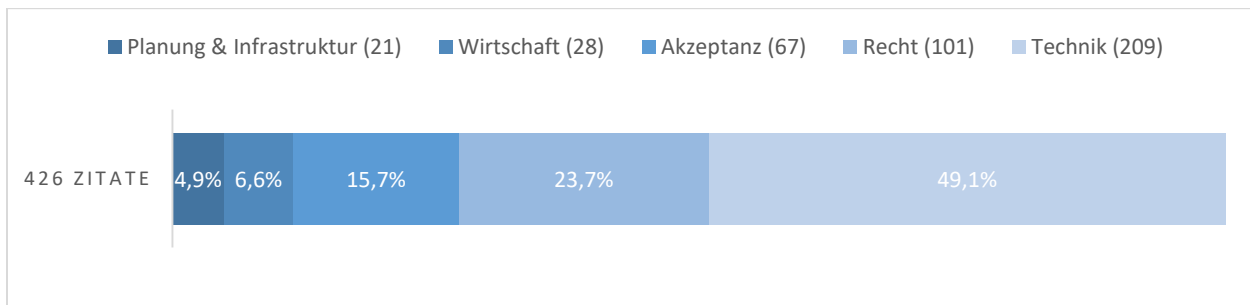


Abbildung 5: Zusammensetzung der Kategorie „Barrieren“

Lösungsvorschläge

Von den insgesamt 737 als Lösungsvorschläge kodierten Zitaten nehmen jene mit **rechtlichen** (27,6%, 204) und **technischen** Bezügen (27%, 199) etwas mehr als die Hälfte ein. Lösungen mit Bezug auf **die öffentliche Akzeptanz** sind mit 14% (103) ebenfalls stark vertreten. Damit bezieht sich die überwiegende Anzahl an codierten Zitaten auf jene Themen, die auch in der Diskussion zu den Barrieren dominieren. Lösungen mit Bezug auf **Planung & Infrastruktur** (8,1%, 60), **Wirtschaft** (6,1%, 45), **Sicherheit** (4,7%, 35) und die Erzeugung eines positiven Effekts für **Umwelt & Nachhaltigkeit** (3%, 22) spielen eine zahlenmäßig nachgeordnete Rolle.

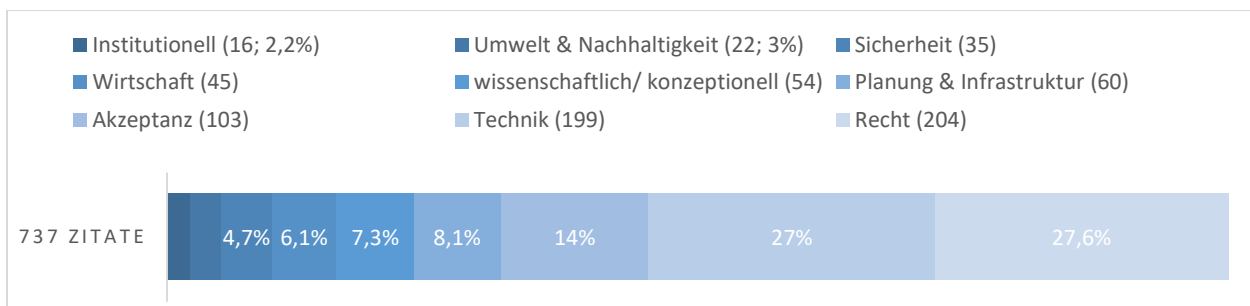


Abbildung 6: Zusammensetzung der Kategorie „Lösungsvorschläge“

4. THEMENSCHWERPUNKTE

4.1 GESELLSCHAFTLICHE IMPLIKATIONEN

Neue Technologien bestimmen sich zwar deutlich durch ihre jeweilige Rationalität und Nützlichkeit, stehen aber zugleich zunehmend im Spiegel der kritischen Reflektion ihrer Folgen und daraus resultierender Nebenfolgen (Beck 1996). Angesichts dieser Ambivalenz des Technikbegriffs soll zunächst der Blick auf die gesellschaftlichen Implikationen (positiv wie negativ) der Drohnennutzung gelenkt werden, die sich aus Sicht der Dokumente ergeben.

Der Einsatz von Drohnen im städtischen Luftraum wird im Spannungsfeld gesellschaftlicher Mehrwerte und befürchteter Mehrbelastungen diskutiert. Trotz erhoffter Nutzungsversprechen (36,7%, 77) dominieren in der Summe aller Zitate jene Implikationen, die die Folgen eines Drohneneinsatzes für die Öffentlichkeit problematisieren (63,3%, 133). Dies spiegelt sich insbesondere in wissenschaftlichen Publikationen wieder. Hier finden sich doppelt so viele gesellschaftliche Problematisierungen (111) wie Nutzungsversprechen (54). Im Gegensatz dazu konzentrieren sich Dokumente aus der Privatwirtschaft eindeutiger auf den erwarteten Nutzen der Technologie (21 zu 6).

Betrachtet man die **Nutzungsversprechen** näher, fällt auf, dass eine große Anzahl an Aussagen abstrakt und/oder allgemein bleibt (20,8%, 16). Konkret und am häufigsten thematisiert wird ein möglicher Beitrag von Personendrohnen zur Verkehrsentlastung und zur Verkürzung von Pendlerreisezeiten (22,1%, 17). Die antizipierte Verkehrsentlastung kann aus Sicht einer Reihe von Dokumenten durch eine bedarfsorientierte Vernetzung des Personenluftverkehrs mit anderen Verkehrsträgern sowie durch die Substitution von Lieferwagen durch Drohnen erreicht werden. Weitere Vorteile städtischer Drohnennutzung betreffen eine optimierte Paketzustellung zum Nutzen der Kunden (9,1%, 7), eine verbesserte Gesundheitsversorgung (19,5%, 15) und optimierte Such- und Rettungsaktionen (6,5%, 5).

Problematisiert werden besonders Unsicherheiten in Bezug auf einen durch Drohnen bedingten sozialen Wandel (18,8%, 25). So könnte der großflächige Einsatz von Liefer- und Passagierdrohnen die (Stadt-) Gesellschaft spalten, wenn Nutzen und Kosten der Technologie ungerecht verteilt würden. Aktivismus gegen Drohnen und insbesondere gegen Lieferdrohnen wird als denkbar erachtet. Mehrere Autorinnen und Autoren geben zu bedenken, dass als Folge einer ständigen Drohnenpräsenz das bisherige Verständnis von Privatsphäre erodieren könnte. Weiterhin wird aus Sicht einiger Dokumente befürchtet, dass sich Konsum- und Mobilitätsmuster nachteilig verändern, z.B. wenn das Pendeln für tägliche Besorgungen durch Drohnenlieferung ersetzt wird. Im Bezug dazu stehen auch mögliche und als kontrovers erachtete psychologische Effekte, wenn sich Verhaltensmuster durch eine beinahe sofortige Befriedigung von Verbraucherwünschen durch Instant-Lieferungen veränderten.

Weiterhin wurde ein mangelhafter oder gänzlich fehlender Beteiligungsprozess zur möglichen Implementierung städtischer Drohnennutzung als Problemfeld identifiziert (15%, 20). Dies wird auf ein noch insgesamt fehlendes Problembewusstsein für Drohnen auf kommunaler Ebene zurückgeführt. Zudem teilen zahlreiche Autorinnen und Autoren die Auffassung, dass es noch keine breite Konsultation der Bürgerschaft oder ziviler Interessengruppen gibt. Dies wird als problematisch angesehen, da sich eine bereits starke und schnell wachsende Drohnenlobby einer ausgewogenen Diskussion entgegenstellen könnte.

Lärm (14,3%, 19), verschwimmende Grenzen zwischen öffentlichem und privatem Raum (11,3%, 15), wirtschaftliche Auswirkungen für Arbeiter und ihre Arbeitsplätze (6,8%, 9), fehlende Informationen über Drohnen (6,8%, 9), soziale Ungerechtigkeit in Verbindung mit sich ausbildender Elitenmobilität durch Passagierdrohnen (3,8%, 5) sowie Voyeurismus (2,3%, 3) bilden weitere Problemfelder.

Zusammenfassend scheinen die Diskussionen um Drohnen hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Implikationen deutlich zu polarisieren. Drohnen werden von einer Reihe von Autorinnen und Autoren als ein möglicher Auslöser gesellschaftlicher Spaltung und der Erosion von Bürgerrechten interpretiert, von anderer Stelle als Zugewinn an Mobilität betrachtet. Insgesamt zeigt sich in der Betrachtung gesellschaftlicher Vor- und Nachteile zugleich, dass die erwarteten Mehrwerte oft noch auf der Ebene abstrakter Hoffnungen verbleiben, was nicht zuletzt auch einer noch diffusen Bedarfslage – etwa bezüglich der tatsächlichen Nachfrage nach Sofortlieferungen per Drohne – geschuldet sein mag.

4.2 SICHERHEIT

Aus Sicht der analysierten Dokumente bildet das Thema Sicherheit einen zentralen Aspekt, der mit der Drohnennutzung in Verbindung steht. Sicherheitsrelevante Risiken (Abstürze, Verletzungsgefahr) bilden die drittgrößte Gruppe der identifizierten Problematisierungen. Sicherheitsrelevante Aspekte umfassen jedoch nicht nur Risiken, sondern auch mit Drohnen verbundene Nutzungsversprechen (Arbeitssicherheit, Terrorabwehr, Überwachung).

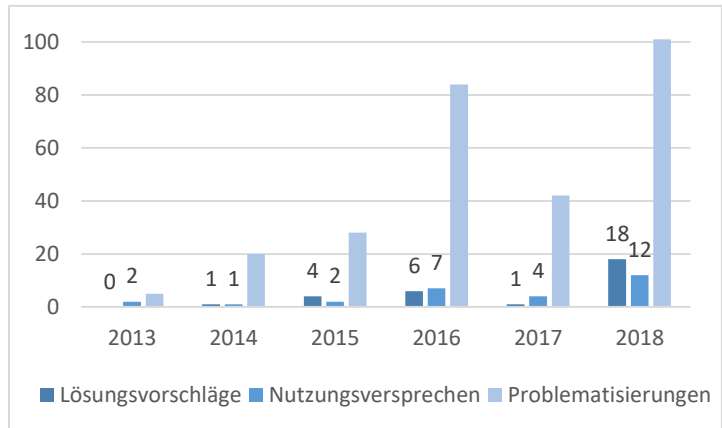


Abbildung 7: Entwicklung des Themenbereichs „Sicherheit über Jahre“

Mit Blick auf letztere fällt jedoch unmittelbar auf, dass nur 8,4% der Nutzungsversprechen und 5,2% der Lösungsvorschläge einen Bezug zu Sicherheit haben, während dagegen 20% der Problematisierungen das Thema Sicherheit behandeln. Gleichmaßen sind innerhalb des Themenbereichs Sicherheit die Nutzungsversprechen (10,3%, 28) und Lösungsvorschläge (12,5%, 34) gegenüber den Problematisierungen (77,2%, 210) eindeutig in der Unterzahl.

Insgesamt hat das Thema Sicherheit im Laufe der Jahre an Relevanz gewonnen. Von 2013 bis 2015 wird es nur vereinzelt erwähnt, im Jahr 2018 zählt Sicherheit jedoch zu einem der am häufigsten diskutierten Themen.

Das in diesem Zusammenhang am stärksten diskutierte **Nutzungsversprechen** ist die erhöhte Sicherheit, die Drohnen am Arbeitsplatz bieten könnten (40,6%, 13). Dabei geht es meist um die Möglichkeit, mit Drohnen Arbeitsprozesse durchzuführen, die potenzielle Gefahren für Menschen darstellen, sodass Arbeitsunfälle verhindert werden können. Außerdem können Drohnen Überwachungsaufgaben unterstützen (21,9%, 7) und Kriminalität und Terrorismus bekämpfen (15,6%, 5).

Aus den Dokumenten geht klar hervor, dass durch Drohnen verursachte Unfälle als **Hauptproblem** der Technologie im Bereich Sicherheit wahrgenommen werden (32,8%, 75). Dabei werden sowohl Zusammenstöße als auch Abstürze und Fehlfunktionen diskutiert. Die Möglichkeit, dass Drohnen für kriminelle oder terroristische Zwecke missbraucht werden könnten (25,4%, 58), wird ebenfalls als höchst problematisch eingestuft. Sie könnten dabei entweder zum Schmuggeln illegaler Güter oder auch als Waffen verwendet werden. Hier ist besonders interessant, dass die Möglichkeit, Drohnen selbst zu kriminellen Zwecken zu verwenden als wesentlich höher eingeschätzt wird (58), als die Möglichkeit mithilfe von Drohnen Kriminalität zu bekämpfen (7). Das Missbrauchspotenzial von Drohnen wird also deutlich höher ermessend, als ein möglicher Nutzen, der durch Drohnen geschaffen wird.

Die diskutierten **Lösungen** stehen in direktem Bezug zu den geäußerten Problematisierungen. So werden einerseits Lösungen dafür angeboten, den potenziell durch Drohnen verursachten Schaden zu verringern oder sogar ganz zu verhindern. Andererseits geht es auch um Lösungen, die einen Missbrauch von Drohnen erschweren sollen. Oft geht es dabei um das so genannte geo-fencing und um no-fly zones (20%, 7). Hierbei handelt es sich um unterschiedliche technische Lösungen, die bestimmte Gebiete, Gebäude oder Infrastrukturen für Drohnen sperren, z. B. mithilfe von in Drohnen eingebauten Transpondern. Häufig werden auch verschiedene Möglichkeiten der Drohnenabwehr diskutiert (20%, 7), die von Störsignalen, über Abschussvorrichtungen bis zu trainierten Greifvögeln reichen.

Insgesamt lässt sich in den letzten Jahren ein gesteigertes Bewusstsein für die Sicherheitsproblematik von Drohnen beobachten. Aus den analysierten Dokumenten entsteht dabei der Eindruck, dass der Sicherheitsaspekt primär als Quelle potenzieller Probleme, jedoch kaum als Zugewinn an Sicherheit wahrgenommen wird. Eine mögliche Erklärung für das gesteigerte Sicherheitsbewusstsein könnte beispielsweise in der globalen Zunahme öffentlichkeitswirksamer, durch Drohnen realisierter Sprengstoffanschläge und Attentatsversuche (ISIS, Venezuela, Iran) liegen (Bellingcat 2019). Dieses gesteigerte Problembewusstsein hat aber offenbar auch zur Folge, dass – wie sich in der Analyse zeigt – aus Sicht der Forschung intensiv nach Lösungen gesucht und bereits eine Bandbreite verschiedener Antworten zur Minimierung der Sicherheitsgefahr angeboten wird.

4.3 ETHISCHE ASPEKTE (PRIVATSPHÄRE)

Neue Technologien bergen in der Regel das Versprechen in sich, gesellschaftlichen Nutzen zu erzeugen. Häufig allerdings führen sie selbst (ob nicht-intendiert oder vorsätzlich) zu neuartigen ethischen Problemen, die moralische Konflikte oder Fragen der Verantwortlichkeit zur Folge haben können (Grunwald 2011).

Auch im Falle der Drohnentechnologie scheint sich diese Beobachtung zu bestätigen. Ethische Problematisierungen bilden den zweitgrößten Themenkomplex innerhalb der Problematisierungen (22,7%, 235), was – gerade auch im Zusammenspiel mit der Prominenz geäußerter Sicherheitsbedenken – eine allgemeine Verunsicherung im Zusammenhang mit der Drohnentechnologie deutlich macht. Dabei wird auffällig, dass die überwältigende Mehrheit der Zitate, die sich mit ethischen Aspekten befassen, von wissenschaftlichen Autorinnen und Autoren stammt (91,9%, 194). Ethische Implikationen der Drohnentechnologie scheinen somit eine Domäne primär akademischer Betrachtung zu sein.

Das absolut zentrale Thema im Bereich der ethischen **Problematisierungen** bildet die **mögliche Privatsphäreverletzung** durch Drohnen (50,2%, 118). Probleme mit der Transparenz bezüglich Ziels und Zwecks von Drohneneinsätzen (10,2%, 24) sowie mit Datenschutz (8,1%, 19) oder einer potenziell verstärkten Überwachung (6,4%, 15) scheinen dagegen eine vergleichsweise nachgeordnete Rolle zu spielen. Aufgrund dieser Ergebnisse wird der spezifische Komplex der Privatsphäreverletzung im Folgenden noch intensiver betrachtet.

In der Gesamtschau der analysierten Dokumente liegt der Grund für die prominente Problematisierung von Privatsphäreverletzungen insbesondere in der Fähigkeit der Drohnentechnologie, hochmobil, flexibel und fast unbemerkt in bislang geschützte öffentliche und private Räume eindringen zu können. Publikationen mit ethischem und rechtlichem Schwerpunkt weisen außerdem darauf hin, dass Drohnen, selbst wenn sie ausschließlich zu Transportzwecken verwendet werden, über sensorische Vorrichtungen zur Navigation und Kommunikation verfügen müssen und damit über die Möglichkeit ihre Umgebung detailliert zu überwachen. So können schließlich auch Lieferdrohnen beim Überflug von Privatbesitz (absichtlich oder unabsichtlich) zu Privatsphäreverletzungen führen.

Lösungen für die Problematik der Privatsphäreverletzungen bewegen sich primär im technischen und rechtlichen Bereich. Technische Lösungen sind vor allem präventive Maßnahmen (32, 16,1%) und konzentrieren sich auf Möglichkeiten, Drohnen mithilfe technischer Systeme oder spezifischer Algorithmen ethische Entscheidungen treffen zu lassen. Ein weiterer zentraler Maßnahmenkatalog behandelt die Möglichkeit der technisch automatisierten Identifizierbarkeit von Drohnen (11%, 22), um im Falle von Privatsphäreverletzungen eine Rückverfolgbarkeit zu ermöglichen. In eine ähnliche Richtung gehen die meisten rechtlichen Lösungsvorschläge. Die häufigsten Lösungen behandeln die verpflichtende Registrierung von Drohnen (15%, 31), die Etablierung eines Verhaltenskodex für Drohnenpiloten (8,3%, 17) und die Ausweitung des bestehenden Rechtsrahmens auf den Schutz der Privatsphäre vor Eingriffen durch Drohnen (7,4%, 15).

Abschließend lässt sich aus diesen Ergebnissen die Beobachtung ableiten, dass Drohnen aufgrund ihrer technischen Beschaffenheit eine neuartige Herausforderung für den Schutz der Privatsphäre darstellen. In rechtlicher Hinsicht bringen Drohnen exemplarisch die doppelte Herausforderung im Umgang mit neuen Technologien zum Ausdruck. Zum einen muss neues Recht geschaffen werden, um die (ethischen) Implikationen der Technologie angemessen abzuwenden bzw. muss bereits bestehendes Recht auf Drohnen anwendbar und auch durchsetzbar gemacht werden. Zum anderen haben neue Technologien wiederum das Potenzial, die Interpretation und Auslegung bestehender Rechtsbegriffe zu verändern.

Hinsichtlich der technischen Lösungen ethischer Probleme des Drohneneinsatzes zeigt die Analyse der Dokumente zudem auf, dass Drohnen mit einer Vielzahl von Komplementärtechnologien ausgestattet werden müssen, die weniger auf die Gewährleistung des Drohnenflugs als vielmehr auf das Abwenden ihrer potenziellen Negativerscheinungen abzielen.

4.4 UMWELT UND NACHHALTIGKEIT

Drohnen verbrauchen Energie und greifen in Naturräume ein. Aus Sicht der analysierten Dokumente sind diese Aspekte der Drohnenutzung von wachsender Bedeutung. So zeigt die Thematisierung von Umwelt und Nachhaltigkeit eine absolute Zunahme im zeitlichen Verlauf.

Während Umweltthemen gerade einmal 1% der Nutzungsversprechen von 2013 bis 2015 ausmachten, waren es im Jahr 2018 schon 16,5%. Gleichmaßen wurden von 2013 bis 2016 kaum Lösungsvorschläge im Bereich Umwelt erwähnt, im Jahr 2018 waren es jedoch über 5% aller Lösungsvorschläge.

Umweltbezogene Problematisierungen gab es bereits im Jahr 2015 (7,1%), allerdings ist auch hier ein Anstieg zu beobachten (2018: 10,8%). Generell werden bei 133 Zitaten im Themenkomplex Umwelt und Nachhaltigkeit am häufigsten Problematisierungen (70) geäußert, gefolgt von Nutzungsversprechen (41) und Lösungsvorschlägen (22).

Die Mehrheit der **Nutzungsversprechen** beschäftigt sich mit Drohnen als umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Verkehrstechnologien. Dabei bilden allgemein geäußerte umweltbezogene Nutzungsversprechen den größten Anteil (51,2%, 21). Jenen eher auf abstrakter Ebene geäußerten

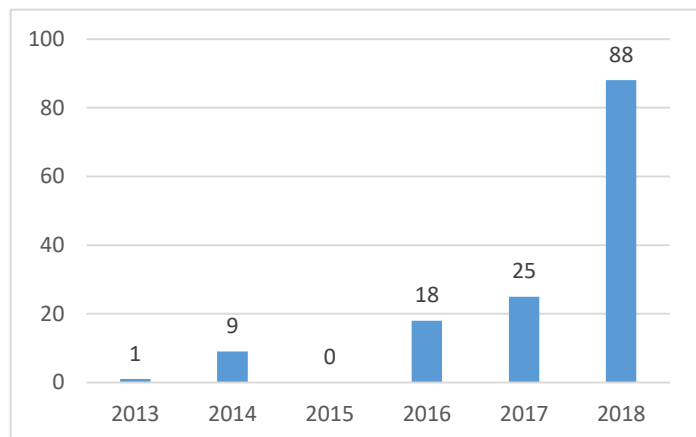


Abbildung 8: Entwicklung des Themenbereichs „Umwelt & Nachhaltigkeit“ nach Jahren

Nutzungsversprechen stehen solche gegenüber, die sich aus konkreten Vergleichen mit konventionellen Lieferfahrzeugen, aber auch mit Motorrädern und Helikoptern speisen (48,8%, 14).

Die **Problematisierungen** hingegen adressieren mehrheitlich Unsicherheiten des Effekts von Drohnen auf die Umwelt (30,8%, 24) und eine mögliche mit Drohnen verbundene Gefahr für die Tierwelt (24,4%, 19). Das Problem der Unsicherheit bezüglich der Umwelteffekte ist besonders interessant, da es in direktem Widerspruch zum mehrheitlich genannten Nutzungsversprechen (erhoffte Umweltfreundlichkeit von Drohnen) zu stehen scheint.

Die inhaltliche Auswertung der Studien vermittelt insgesamt den Eindruck, dass auf der einen Seite große Hoffnungen in Drohnen als umweltfreundliche Technologie gesetzt werden, auf der anderen Seite momentan allerdings noch die wissenschaftliche Basis fehlt, diese Umweltfreundlichkeit tatsächlich einwandfrei belegen zu können. Interessanterweise finden sich zudem nur wenige **Lösungsvorschläge**, die konkrete Antworten auf die mehrheitlich diskutierten Problematisierungen liefern. Nur zwei Zitate beschäftigen sich mit Tierschutz und keines adressiert die allgemein bestehende Unsicherheit bezüglich des Umwelteinflusses von Drohnen.

Zusammenfassend scheint es, als wären die identifizierten Problemlagen mehrheitlich systemischer Natur. Sie thematisieren meist generelle Unsicherheiten in Bezug auf die Auswirkung von Drohnen innerhalb des bestehenden Ökosystems. Die Lösungen hingegen sind meist spezifisch und diskutieren Details sowie einzelne Abschnitte der Logistikkette. Mit Blick auf die Umweltthematik entsteht somit der Gesamteindruck, dass die spezifischen Vorschläge derzeit noch nicht auf eine holistische Lösung bzw. die systemische Ebene der Problematisierungen eingehen.

4.5 STADTPLANUNG UND INFRASTRUKTUR

Durch den geringen Anteil von 4% (41) an allen Problematisierungen und nur 4,9% (21) an der Gesamtheit geäußerter Barrieren entsteht zunächst der Eindruck, dass planerische und infrastrukturelle Herausforderungen für die zukünftige Nutzung von Logistik- und Passagierdrohnen im städtischen Luftraum eine nur sehr randständige Bedeutung einnehmen. Die Relevanz des Themenfeldes Stadtplanung und Infrastruktur ergibt sich jedoch daraus, dass innerhalb der Kategorie Lösungsvorschläge die Zitate zum Themenfeld eine verhältnismäßig größere Bedeutung einnehmen (8,1%, 60). Auch innerhalb des Themenfeldes selbst sind knapp die Hälfte aller Kodierungen Vorschläge, mit denen Planungspraktiken und Infrastrukturen auf die Bedarfe städtischer Passagier- und Lieferdrohnenutzung ausgerichtet werden könnten (48,3%, 58).

Stadtplanerische und infrastrukturelle Aspekte des Drohnenflugs sind bei näherer Betrachtung Themen, die vor allem in der Wissenschaft behandelt werden (71%, 88), aber auch Autorinnen und Autoren aus der Privatwirtschaft schenken diesem Themenkomplex verhältnismäßig viel Beachtung (21%, 26). Das Thema ist zudem über die letzten Jahre immer mehr in den Fokus gerückt. Zwischen 2016 und 2018 (107) fanden sich neunmal mehr Zitate als in den drei Jahren zuvor (12).

Problematisierungen im Bereich Stadtplanung und Infrastruktur lassen sich in zwei Themenfelder unterteilen. Zum einen werden Anforderungen an städtebauliche Planungsprozesse formuliert (19,5%, 8). Stadtplaner müssen in ihre bestehende Planungspraxis eine dritte Dimension integrieren und einer unkontrollierten Luftraumnutzung durch eine Vielzahl von Drohnen entgegensteuern. Zum anderen behandelt ein zweites, weit größeres Themenfeld die Anforderungen an einen U-Space (80,5%, 33). Dieser ist im Kern ein Steuerungssystem, welches mit einem hohen Maß an Digitalisierung und Automatisierung den sicheren, effizienten Zugang zum Luftraum für eine große Anzahl von Drohnen unterstützen soll. Flugkorridore und Flugverbotszonen sowie die Koordination der Drohnen untereinander bilden zentrale Elemente innerhalb des U-Space.

Infrastrukturbedarfe als **Barriere** einer Einführung städtischer Liefer- und Passagierdrohnen sind meist jüngerer Natur und stammen zu großen Teil aus der Privatwirtschaft (31,8%, 7) und Wissenschaft (68,2%, 15). Während Wirtschaftsakteure wie UBER für ihr Geschäftsmodell im Personenverkehr den Aufbau einer gut vernetzten Hub-Infrastruktur als notwendig ansehen, wird im Bereich der Lieferlogistik vor allem die optimale Platzierung von Distributionszentren im Hinblick auf Effizienz und Nachhaltigkeit von Drohnen diskutiert.

Die meisten **Lösungsvorschläge** thematisieren den Bau neuer Infrastruktur (26,7%, 16). Für die Paketzustellung wird eine Vielzahl von Distributionszentren als notwendig erachtet. Infrastrukturempfehlungen für Paketzustellungen werden für den suburbanen Raum, jedoch kaum für dicht besiedelte Gebieten. Für die Personenbeförderung schlagen einige Autorinnen und Autoren mögliche bauliche Anpassungen an bestehenden Bauten vor oder zeigen Möglichkeiten einer Integration neuer drohnenbasierter Transportangebote in das bestehende Mobilitätsnetz auf. Konkrete Lösungsvorschläge zum U-Space betreffen zudem die Gestaltung von Flugrouten im städtischen Umfeld (18,3%, 11).

Insgesamt kann auf Grundlage der inhaltlichen Auswertung der Dokumente festhalten werden, dass der großflächige Betrieb von Drohnenflotten trotz der Nutzung des „freien“ Luftraums zahlreiche physische und virtuelle Infrastrukturen benötigt und damit zu einem wichtigen Teilaspekt der Stadt- und Verkehrsplanung reifen muss. Infrastrukturelle und planerische Herausforderungen sind zudem aus Sicht der analysierten Dokumente in jüngerer Zeit vermehrt in den Fokus der Literatur gerückt. Neben möglichen baulichen Veränderungen für effiziente Logistik und bedarfsgerechten Personentransport verlangt eine neue Planungspraxis in der dritten Ebene dabei insbesondere die kontrollierte Flugplanung von Drohnen und deren Kommunikation in einer integrierenden U-Space-Umgebung. Aus den Publikationen geht zugleich nicht hervor, wie ein Interessenausgleich mit der von der Luftraumnutzung betroffenen Bevölkerung gewährleistet werden könnte und welche Rolle partizipative Prozesse dabei einnehmen.

4.6 AKZEPTANZ

Wie jedes neue Technologieangebot ist auch der Einsatz von Drohnen von der Frage begleitet, „wie einmal eingeführte oder kurz vor der Einführung stehende Techniken von den potenziellen Nutzern, Konsumenten und der allgemeinen Öffentlichkeit aufgenommen, bewertet und eingestuft werden“ (Renn 2005, 29). Entsprechend wird die Akzeptanz von Drohnen aus Sicht der analysierten Dokumente nach technischen und rechtlichen Aspekten als die größte Barriere der Drohnennutzung betrachtet.

In vielen Veröffentlichungen wird die Ansicht geteilt, dass die (Stadt-)Bevölkerung den nachteiligen Auswirkungen eines breiten Drohneneinsatzes am stärksten ausgesetzt sein wird. Diese unmittelbare Betroffenheit der städtischen Bevölkerung wirft die Frage der öffentlichen Akzeptanz von Liefer- und Passagierdrohnen auf. Als Barriere nimmt das Thema mit 67 Nennungen einen großen Stellenwert ein (39,4%). Zugleich finden sich aber auch zahlreiche Lösungsvorschläge, die sich dem Gegenstand nähern (60,6%, 103). Betrachtet man das Thema in seiner Gesamtheit, so findet sich vor allem bei Autorinnen und Autoren im weiteren Kreis der Europäischen Kommission ein klares Verständnis davon, wie öffentliche Akzeptanz erreicht werden kann. Lösungsvorschläge in diesen Papieren finden sich dreimal häufiger (24) als Barrieren (7). Veröffentlichungen privatwirtschaftlicher Autorinnen und Autoren erkennen Akzeptanz als Barriere für großmaßstäbliche Drohnenflüge dagegen verhältnismäßig häufig an (13).

Es lässt sich klar beobachten, dass Fragen gesellschaftlicher Akzeptanz über die Jahre an Bedeutung gewonnen haben. Insbesondere **Akzeptanz als Barriere** wurde ab 2016 – trotz eines zwischenzeitlichen Einbruchs in 2017 – in zunehmendem Maße thematisiert (2016: 25,37%; 2017: 16,42%; 2018: 31,34%).

Während 19,4% (13) der identifizierten Aussagen Akzeptanz als notwendige Grundlage für die Drohnentechnologie nennen, deuten 23,9% (16) der Zitate darauf hin, dass die Akzeptanz für bestimmte Einsatzzwecke nicht gegeben ist. Hinsichtlich des qualitativen Inhalts werden die Bereiche Privatsphäre (25,4%, 17), Sicherheit (17,9%, 12) und Lärm (9%, 6) mit fehlender gesellschaftlicher Akzeptanz in Verbindung gebracht.

Die **Lösungsvorschläge** zielen mehrheitlich darauf ab, öffentliche Akzeptanz herbeizuführen. In fast einem Drittel aller Zitate werden mehr Information und Transparenz (34,6%, 36) als Lösung der Akzeptanzbarriere vorgeschlagen. Weiterhin werden für die Herstellung gesellschaftlicher Akzeptanz verschiedene Konzepte einer „guten“ Rechtsprechung als notwendig angesehen, wobei der Fokus auf Regelungen liegt, die das öffentliche Interesse schützen (19,4%, 20). Auch technische Lösungen und Designansätze (14,7%, 15) für mehr Sicherheit, Privatsphäre und Umweltfreundlichkeit werden als Lösungen vorgestellt. 11,7% (12) aller Lösungsvorschläge für eine Erhöhung gesellschaftlicher Akzeptanz werden schließlich in der Verfolgung partizipativer Ansätze gesehen. Neben eher allgemeinen Forderungen wird sich als konkretes Ziel solcher öffentlichen Konsultationsprozesse ein gemeinsames Verständnis darüber erhofft, wie (und ob) der Luftraum zukünftig genutzt werden soll. Ein konkreter Ansatz, der im 2013 veröffentlichten Abschlussbericht der Europäischen RPAS-Lenkungsgruppe zu finden ist, sieht zudem beispielsweise vor, öffentliche Akzeptanz durch die gezielte Umdeutung des Begriffes Drohne vom Kriegswerkzeug hin zu Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) zu erzeugen und damit stärker auf die gesellschaftlichen Vorteile zu verweisen (7,7%, 8).

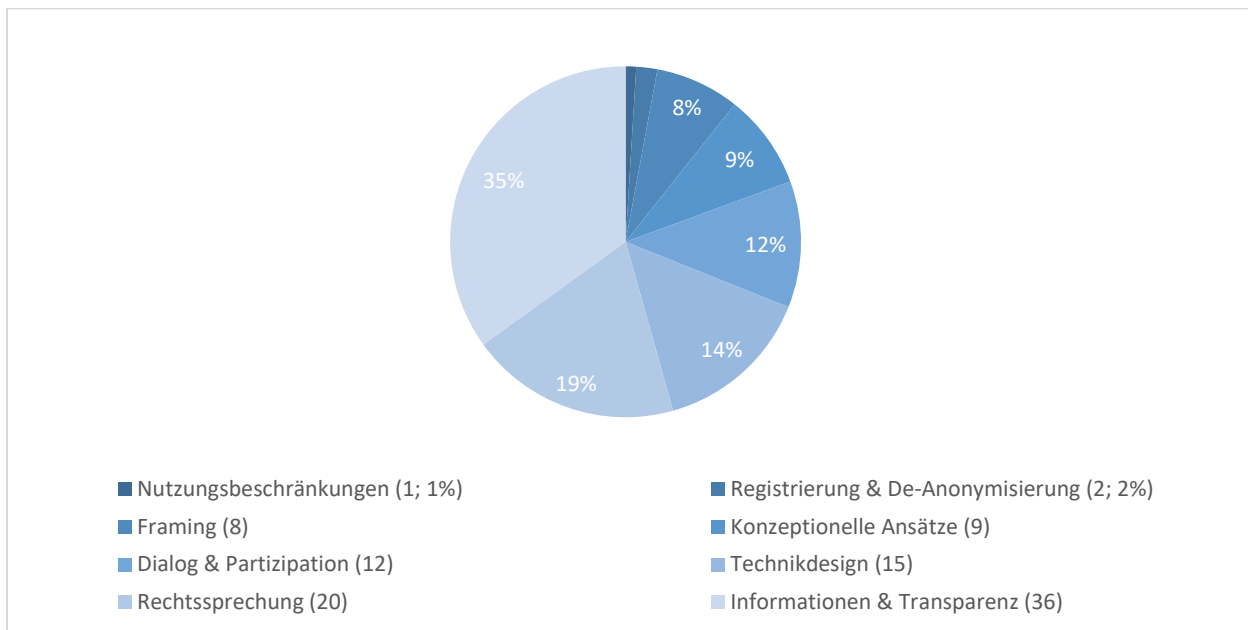


Abbildung 9: Lösungsvorschläge im Themenfeld „Akzeptanz“

Abschließend kann festgehalten werden, dass Akzeptanz innerhalb der analysierten Dokumente als ein Schlüsselfaktor für den Einsatz von Drohnentechnologie verstanden wird. Grundvoraussetzung für einen akzeptanzfähigen Drohneneinsatz sind Informationen und Transparenz sowie eine angemessene Rechtsprechung. Beteiligungsprozesse an der Entwicklung und Implementierung von Drohnen können aus Sicht einer Vielzahl von Studien aufkommende gesellschaftliche Unsicherheiten abfangen, wengleich aus den Dokumenten hervorgeht, dass diese Prozesse bisher noch nicht etabliert sind.

5. FAZIT: DROHNEN ALS TRANSPORTMEDIUM

Wie jedes (neue) Technologieangebot beinhalten auch zivile Drohnenflüge im Liefer- und Personenverkehr intendierte und nicht-intendierte Folgen, die es frühzeitig abzuschätzen gilt.

Angesichts der aktuellen Dynamik im Bereich unbemannter Luftfahrtsysteme war es das Ziel dieser Überblicksarbeit, mittels einer inhaltsanalytischen Untersuchung zentraler Eckpunkte und spezifischer sich daraus ergebender Themenschwerpunkte, eine Orientierung im Themenfeld potenzieller Drohneneinsätze für städtische Transportzwecke zu schaffen. Diese Orientierung sollte durch einen möglichst ganzheitlichen Blick ermöglicht werden, der das themenimmanente Spannungsfeld zwischen erhofften Mehrwerten und tiefgreifenden gesellschaftlichen Risiken und Herausforderungen aufzeigt.

In der aggregierten Betrachtung stellt sich der interdisziplinäre Diskurs zur Drohne als Transportmedium seit 2013 aus Sicht der hier untersuchten Literatur wie folgt dar: Stark wirtschaftlich motivierte Nutzungsversprechen treffen auf ein breitgefächertes rechtliches, ethisches und sicherheitsbezogenes Problembewusstsein. In Szenarien von Drohnenflügen im großen Maßstab ergeben sich daraus individuelle und gesellschaftliche Risikopotenziale. Um diese zahlreichen Bedenken auszuräumen, werden vorwiegend rechtliche und technische Lösungen präsentiert, die Risiken minimieren und damit eine höhere Akzeptanz schaffen sollen. Entsprechend wird eine noch nicht gänzlich funktionsfähige Technik auch als größte Barriere des Drohneneinsatzes betrachtet.

Innerhalb einer somit im Gesamteindruck (noch) stark technisch und rechtlich geprägten Debatte nehmen jedoch Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz, Fragen zu Umweltfolgen und Nachhaltigkeit sowie planerische und infrastrukturelle Anforderungen zunehmend Raum ein. Das stärkt den Eindruck, dass sich die Beschäftigung mit Drohnen zunehmend diversifiziert. Dabei wird die anfänglich vor allem konzeptionell geprägte Phase nun von einer Phase konkreter Wirkungs- und Implementierungsfragen abgelöst. Mit Blick auf den idealisierten Verlauf des Innovationszyklus neuer Technologien wird eine pionierhafte Aufbruchsstimmung damit aktuell zunehmend von pragmatischen Fragen der konkreten Realisierung abgelöst (Gartner 2018). Innerhalb dieses Prozesses dürfte sich auch das allgemeine Problembewusstsein weiter verstärken. Damit geht einher, dass sich die Drohnentechnologie einer Reihe erweiterter Kriterien und Prüfsteine unterziehen muss. Diese werden von Fragen der Nachhaltigkeit des Lufttransports im unteren Luftraum über Fragen des eigentlichen Bedarfs bis hin zu stärkeren Formen partizipativer Einbindung und transparenter Information der Bevölkerung reichen.

Die Frage, ob und wie der untere Luftraum erschlossen werden soll, stellt angesichts der möglichen Omnipräsenz und Eingriffstiefe der Technologie eine Frage gesellschaftlicher Dimension dar. Eine Debatte, die dieser Dimension gerecht wird, kann daher nicht allein auf technische oder rechtliche Fragen verengt und verlagert werden, sondern muss der Tragweite unbemannter Luftfahrtsysteme entsprechend auch auf gesellschaftlicher Ebene geführt werden.

LITERATUR

- Beck, U., Giddens, A., Lash, S., 1996. Reflexive Modernisierung: Eine Kontroverse. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main.
- Bellingcat, 2019. drones Archives. URL <https://www.bellingcat.com/tag/drones/> (abgerufen am 08.07.19).
- Bischof, C., 2017. Drohnen im rechtlichen Praxistest. Datenschutz und Datensicherheit - DuD 41, 142–146. <https://doi.org/10.1007/s11623-017-0745-8>
- Christen, M., Guillaume, M., Jablonowski, M., Lenhart, P., Moll, K., 2018. Zivile Drohnen - Herausforderungen und Perspektiven, TA-SWISS. vdf, Bern.
- Gartner, 2018. Hype Cycle for Drones and Mobile Robots, 2018. Gartner Research, Stamford.
- Grunwald, A., 2011. Responsible innovation: bringing together technology assessment, applied ethics, and STS research. Enterprise and Work Innovation Studies 7, 9–31.
- Haidari, L.A., Brown, S.T., Ferguson, M., Bancroft, E., Spiker, M., Wilcox, A., Ambikapathi, R., Sampath, V., Connor, D.L., Lee, B.Y., 2016. The economic and operational value of using drones to transport vaccines. Vaccine 34, 4062–4067. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.06.022>
- Mazur, M., Wisniewski, A., McMillan, J., 2016. Clarity from above: PwC global report on the commercial applications of drone technology. Drone Powered Solutions, Price Waterhouse Coopers.
- Nentwich, M., Horváth, D.M., 2018. The vision of delivery drones. TATuP Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 27, 46–52. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.2.46>
- OECD/ITF, 2018. (Un)certain Skies? Drones in the World of Tomorrow. Paris.
- Renn, O., 2013. Auf dem Weg zu einer sozialökologischen Fundierung der Technikfolgenabschätzung, in: Simonis, G. (Ed.), Konzepte und Verfahren der Technikfolgenabschätzung. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, pp. 21–34. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-02035-4>
- Renn, O., 2005. Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung für die Bewältigung des technischen Wandels. Technikfolgenabschätzung–Theorie und Praxis 14, 29–38.
- SESAR Joint Undertaking. „European ATM Master Plan - Roadmap for the safe integration of drones into all classes of airspace“, 2018. <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European%20ATM%20Master%20Plan%20Drone%20roadmap.pdf> (abgerufen 01.07.19).