Kompetenznetzwerk automatisierte und vernetzte Mobilität
innocam.NRW

STEIL NACH OBEN

Die Bedeutung unabhängiger Testzentren für die Entwicklung vertikaler Mobilität und darüber hinaus

Exposee

In diesem Impulspapier wird die Bedeutung unabhängiger Testzentren für die Entwicklung unbemannter Fluggeräte und darüberhinausgehender Mobilitätskonzepte dargestellt. Am Beispiel des Center for Vertical Mobility (CVM) werden dazu die technologischen Schwerpunkte dieses Erprobungszentrums beschrieben, wie sie in Forschungsprojekten umgesetzt werden und wie Start-ups und kleinere Unternehmen von solchen Einrichtungen profitieren können, um so den technologischen Fortschritt und damit den Forschungs- und Entwicklungsstandort NRW / Deutschland voranzubringen.

Andreas Pütz
puetz@fsd.rwth-aachen.de

Gefördert von

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Inhaltsverzeichnis

Management Summary 2
Einleitung 3
Die Bedeutung unabhängiger UAV-Testeinrichtungen 3
Überblick über UAV-Testzentren (Fokus NRW) 4
Überblick und Besonderheiten des Centers for Vertical Mobility 6
Projekte am CVM 8
Ausblick 9
Fazit 10
Quellenverzeichnis 10
Anhang 13

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Management Summary

Die globale Marktentwicklung von Produkten und Dienstleistungen durch Unmanned Aerial Vehicles (UAV) hat zu einer enormen technologischen Entwicklung in diesem Bereich geführt. Das Wachstum dieses Marktes wird dabei voraussichtlich noch einige Jahre anhalten. In diesem hoch-innovativen Umfeld der vertikalen Mobilität ergeben sich an vielen Stellen Herausforderungen und Chancen, die Start-ups und kleine und mittlere Unternehmen motivieren, die Entwicklung weiter voranzutreiben.

Eine dieser Herausforderungen ist eine effiziente Strategie, die erforderliche Serienreife von Produkten oder Dienstleistungen durch Tests nachzuweisen. Dabei sind auch externe Einflüsse im Flugbetrieb zu berücksichtigen, welche sich durch gezielte oder zufällige Störungen ergeben. Entsprechende Testmöglichkeiten und Prüfstände sind jedoch mitunter kostenintensiv und können z.B. für Unternehmen mit geringem Startkapital schwer realisierbar sein.

Unabhängige Testzentren können diesen Bedarf erfüllen, indem sie Erprobungstechnologien und -kompetenz bündeln und als Service anbieten. Durch standardisierte Prüfverfahren steigern sie die Reproduzier- und Vergleichbarkeit von Testergebnissen und stärken das Vertrauen von Investoren, Behörden und Endnutzern. Dies ist besonders relevant, da UAVs häufig mit ihren militärischen Anwendungen assoziiert und daher mit Skepsis betrachtet werden. Unabhängige Testzentren wirken als Katalysator für technologischen Fortschritt, indem sie Forschungszyklen beschleunigen, Kosten für Test- und Validierungsmaßnahmen reduzieren und kleinen Unternehmen den Zugang zu hochspezialisierten Testumgebungen ermöglichen. Sie sind damit ein entscheidender Faktor für den globalen Wettbewerb, insbesondere für KMUs, die ohne hohe Infrastrukturkosten wettbewerbsfähige Technologien entwickeln können.

In Nordrhein-Westfalen (NRW) hat sich mit dem Center for Vertical Mobility (CVM) in Aldenhoven ein solches Testzentrum etabliert. Es verbindet Testinfrastruktur mit Forschungsexpertise und konzentriert sich auf vertikalstartfähige Luftfahrzeuge – von medizinischen Drohnen bis zu Lufttaxis. Forschungsschwerpunkte umfassen Luftraumintegration, Automatisierung, Robustheitsprüfung (z. B. gegen Jamming/Spoofing) sowie Vernetzung. Im Zusammenspiel mit weiteren Akteuren der Luftfahrt ergibt sich ein starkes Netzwerk für die Entwicklung des Verkehrsträgers „Luft“ am Standort NRW.

Vor dem Hintergrund, dass die Bedeutung unabhängiger Testzentren in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird, positioniert sich NRW als international wettbewerbsfähiger Standort für vertikale Mobilität und fördert die Bündelung von Kompetenzen in innovativen Luftfahrttechnologien. Unabhängige Testzentren sind damit entscheidende Infrastrukturkomponenten für die UAV-Entwicklung, die Innovationszyklen beschleunigen und gesellschaftliches Vertrauen in die Sicherheit von UAV-Technologien stärken.

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Einleitung

Das Thema der vertikalen Mobilität hat getrieben durch verschiedene Faktoren bei der Entwicklung von Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in den vergangenen Jahren einen starken Aufschwung erfahren. Die Spanne reicht auch aktuell noch von einer Vielzahl neuer Produkt- oder Dienstleistungsideen im Prototypenstadium bis hin zur Serienreife kommerzieller Produkte. Viele Start-ups und kleine bis mittlere Unternehmen (KMUs) sehen sich dabei mit der Herausforderung konfrontiert, dass Aufbau und Betrieb eigener Testinfrastruktur hohe finanzielle und technische Ressourcen erfordern.

Vor diesem Hintergrund kommt unabhängigen UAV-Testeinrichtungen eine zentrale Rolle zu. Sie fungieren als neutrale Plattformen, die nicht nur Prüfstände und reproduzierbare Testverfahren bereitstellen, sondern auch objektive Bewertungen, Zertifizierungen und die Entwicklung robuster UAV-Systeme unterstützen. Durch standardisierte Prüfverfahren steigern sie die Reproduzier- und Vergleichbarkeit von Testergebnissen, während sie gleichzeitig das Vertrauen von Investoren, Behörden und Endnutzern in die Sicherheit und Zuverlässigkeit dieser Technologien stärken – ein entscheidender Faktor, da UAVs aufgrund ihrer aktuell starken Nutzung in militärischen Konflikten mit diesen negativ assoziiert werden.

Der folgende Beitrag beleuchtet die Bedeutung unabhängiger Testzentren für die UAV-Entwicklung, gibt einen Überblick über bestehende Einrichtungen mit Fokus auf Nordrhein-Westfalen (NRW) und stellt exemplarisch das Center for Vertical Mobility (CVM) in Aldenhoven vor. Dieses vereint Testinfrastruktur mit Forschungsexpertise und fördert durch interdisziplinäre Zusammenarbeit innovative Lösungen für vertikalstartfähige Luftfahrzeuge. Abschließend werden aktuelle Herausforderungen sowie zukünftige Entwicklungsperspektiven diskutiert, die die wachsende Relevanz solcher Testzentren im globalen Wettbewerb unterstreichen.

Die Bedeutung unabhängiger UAV-Testeinrichtungen

Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs – Unmanned Aerial Vehicles) haben in den vergangenen Jahren eine rasante technologische (Weiter-)Entwicklung durchlaufen. Diese Dynamik wurde stark durch militärische Anwendungen vorangetrieben, doch auch zivile Einsatzbereiche wie z.B. Logistik, Landwirtschaft, Umweltmonitoring und Katastrophenschutz sowie deren Kommerzialisierung gewinnen an Bedeutung. Während die weltweite Anzahl der Startup-Gründungen mit UAV-Bezug im Jahr 2019 ein Maximum erreichte [1], wächst der zugehörige globale Markt kontinuierlich und erwartet ein jährliches Wachstum von ca. 16 % bis zum Jahr 2034 [2]. Zudem konnte für das Jahr 2025 eine starke Zunahme um 18 % an gewährten UAV-bezogenen Patenten festgestellt werden [3].

Während große Konzerne für die zugehörigen Entwicklungsaufgaben häufig eigene Testzentren betreiben, stehen Start-ups und KMUs vor einer großen Herausforderung: Aufbau und Betrieb von Testinfrastruktur sind mit hohem finanziellem und technischem Aufwand verbunden. Für viele Unternehmen mit

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

begrenztem Startkapital lohnt sich die Anschaffung der erforderlichen Hardware und Anmietung oder Kauf von Flugflächen weder wirtschaftlich noch technisch. Gründe hierfür können die Notwendigkeit kostenintensiver Spezialtechnologien wie 5G-Mobilfunk-Emulationslabore, Windkanäle mit variablen Strömungsbedingungen oder elektromagnetische Interferenzprüfstände sein. Aber auch regulatorische und sicherheitstechnische Hürden oder die Spezialisierung auf Nischentechnologien, welche teils maßgeschneiderte Testverfahren erfordern, können dazu beitragen.

Vor dem Hintergrund dieser Herausforderungen kommt unabhängigen UAV-Testeinrichtungen eine Schlüsselrolle zu. Sie fungieren als neutrale Instanz, die …

- die Entwicklung robuster UAV-Systeme unterstützt,
- reproduzierbare Testverfahren entwickelt und anwendet,
- objektive Bewertungen von UAV-Systemen ermöglicht und
- Zertifizierungen und Zulassungen begleitet.

Zusätzlich bieten solche Einrichtungen weitere Vorteile: Zum einen kann durch unabhängige Testlabore eine hohe Reproduzier- und Vergleichbarkeit erreicht werden, indem genormte und wiederholt erprobte Prüfverfahren eingesetzt werden. Zum anderen steigern (besonders hoheitliche) Forschung und zertifizierte Testergebnisse das Vertrauen von Investoren, Behörden und auch Endnutzern und fördern somit gesellschaftliches Vertrauen und Akzeptanz in Technologien, denen häufig aufgrund ihrer aktuell intensiven Nutzung für militärische Zwecke mit Skepsis begegnet wird.

Eine breite Zugänglichkeit zu Testinfrastrukturen durch unabhängige Testzentren kann somit als Katalysator für technologischen Fortschritt dienen, indem Forschungszyklen beschleunigt und Kosten für Test- und Validierungsmaßnahmen reduziert werden. Vor dem Hintergrund des globalen Wettbewerbs mit den USA und China bieten solche Einrichtungen insbesondere für Startups sowie kleine und mittlere Unternehmen die Möglichkeit, wettbewerbsfähige Technologien ohne hohe Infrastrukturkosten zu entwickeln.

Überblick über UAV-Testzentren (Fokus NRW)

Aufgrund der Bedeutung von Testzentren im Bereich Luftfahrt und UAVs existieren bereits einige solcher Einrichtungen, die thematisch unterschiedliche Schwerpunkte bei den erprobten Technologien und Anwendungen besitzen. Eine tabellarische Zusammenstellung dieser Einrichtungen findet sich im Anhang (siehe Abbildung 2) und betrachtet einige Beispiele mit Standort in Nordrhein-Westfalen, Deutschland allgemein und dem angrenzenden Ausland. Dabei erhebt die Aufzählung an Testzentren keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll lediglich verdeutlichen, dass es bei diesen Einrichtungen unterschiedliche Ansätze und Schwerpunkte gibt und sie sich damit auch für unterschiedliche Anwendungen beim Testen und Erproben eignen. Für eine umfangreichere Auflistung von Testzentren (und weiteren Luftfahrtakteuren) am Standort NRW sei auf [4] verwiesen.

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Ein gemeinsames Merkmal dieser Testzentren ist die Erleichterung des Genehmigungsprozesses für die Durchführung von UAV-Flügen auch außerhalb der Sichtweite (BVLOS: Beyond Visual Line of Sight) für die Nutzer solcher Einrichtungen. Während der konventionelle Genehmigungsprozess für UAV-Flüge je nach Durchführungsart durch die Einrichtung einer temporären geographischen Zone Monate in Anspruch nehmen kann, lässt sich dies bei der Nutzung einiger der hier betrachteten Testzentren deutlich reduzieren. Erreicht wird dies durch die Einrichtung von permanenten geographischen Zonen, in denen einmalig die Zulässigkeit der Durchführung von Flügen unter Einhaltung bestimmter Rahmenbedingungen behördlich (exemplarisch) geprüft wird und anschließend bei konkreten Testdurchführungen die Einhaltung vom Nutzer gegenüber dem Betreiber der geographischen Zone vorab bestätigt wird. Konkret werden hierzu Anforderungen zur Durchführung eines Flugs in der offenen Kategorie ausgenommen, die sonst zu einer Zuordnung in die spezielle Kategorie führen würden [5].

Testzentren an bestehenden Flughäfen wie in Mönchengladbach [6] oder am Forschungsflugplatz Würselen (Aachen) [7] verfügen in der Regel über eigene Kontrollzonen oder Geo-Zonen, sodass der Abstimmungsbedarf mit anderen Geo-Zonen-Betreibern entfällt. Prozesse und Mechanismen für die Koordination von bemannter Luftfahrt sind bereits etabliert, der Betrieb von unbemannten Fluggeräten muss jedoch an diesen Flugverkehr angepasst werden. Zudem befinden sich auch Prozesse für die Luftraumintegration (zwischen bemannter und unbemannter Luftfahrt) im Aufbau. Im Projekt SkyTRACKplus wurde am Flughafen Mönchengladbach der sichere gemeinsame Betrieb von bemannter und unbemannter Luftfahrt in Kontrollzonen erprobt [8]. Das Projekt belegte die technische und operative Machbarkeit der Luftraumintegration, zeigte aber auch den Bedarf an rechtlichen Rahmenbedingungen auf. Mit der Allgemeinverfügung zur Erteilung von Flugverkehrskontrollfreigaben für Flüge mit unbemannten Luftfahrzeugen in Kontrollzonen mit DFS-Flugplatzkontrolle wurden neue Rahmenbedingungen für Drohnenflüge innerhalb von Kontrollzonen veröffentlicht [9]. Dies schafft die notwendigen Grundlagen für eine Struktur für Freigaben, Betriebsgrenzen und Zuständigkeiten.

Typischerweise bieten Flughäfen zudem grundsätzlich weitläufig abgesperrte und eingezäunte Gebiete, die als Controlled Ground ausgewiesen werden können und sich positiv auf die Bewertung des Bodenrisikos im Rahmen des erforderlichen SORA-Prozesses (Specific Operations Risk Assessment) auswirken [10]. Einen Spezialfall stellt in diesem Zusammenhang die Multifunktionstesthalle des TAFAS in Dresden dar, da hier durchgeführte Flüge neben dem Bodenrisiko auch das Luftrisiko durch den physisch abgeschlossenen Luftraum reduzieren, wenn auch auf einem (sehr) begrenzten Raum (ähnlich einem sehr groß dimensionierten Drohnenkäfig, wie man ihn auch in anderen Einrichtungen findet, z.B. [11], [12]).

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ergibt sich bei der Art der Betreiber der Testeinrichtungen und damit in der Regel auch in den inhaltlichen Schwerpunkten für die Erprobung von UAVs. Werden die Testeinrichtungen durch

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Flughafenbetreiber zur Verfügung gestellt, so fokussiert sich das Leistungsangebot in den meisten Fällen wie zuvor beschrieben auf die Vereinfachung der Genehmigung und Durchführung von Testflügen. Teilweise wird dies ergänzt durch Forschung an Themen zur Luftraumintegration unterschiedlicher Fluggeräte. Bei Testeinrichtungen, die durch Forschungseinrichtungen betrieben werden oder mit solchen kooperieren, ist aber auch eine Fokussierung auf spezifische technologische Aspekte bei der Testdurchführung festzustellen, z.B. Flüge bei definierten Witterungsbedingungen und Klimaeinflüssen oder EMV-Störungen ([11], [13], [14] und folgender Abschnitt). Hierbei werden in der Regel nicht nur entsprechende Prüfstände zur Verfügung gestellt, sondern auch das Wissen aus den Forschungseinrichtungen selbst.

Überblick und Besonderheiten des Centers for Vertical Mobility

Das Center for Vertical Mobility (CVM) wird in Aldenhoven als Testzentrum für vertikale Mobilität im Luftverkehr etabliert. Neben der dafür erforderlichen Infrastruktur steht hier auch die Kompetenz der betreibenden Forschungseinrichtung (in diesem Fall der RWTH Aachen University) sowie der Partnereinrichtungen zur Verfügung. Die vertikale Mobilität fokussiert dabei auf personentragende und unbemannte Luftfahrzeuge von der medizinischen Drohne bis zum Lufttaxi, die vertikalstartfähig sind und einen hohen Automatisierungsgrad aufweisen. Forschungsschwerpunkte in diesem Zusammenhang sind die Bereiche Luftraumintegration, Automatisierung, Robustheitsprüfung, Leitwartentechnologie und Vernetzung. Dabei werden Anwendungsfelder wie Lufttaxis, Höhenwindenergieanlagen und vertikalstartfähige unbemannte Luftfahrzeuge für die Unterstützung von Rettungskräften, Datengewinnung/Digitale Produkte (Verkehrs- und Infrastrukturmonitoring) sowie der Transport von eiligen Gütern untersucht.

Neben der sogenannten Wissenschaftsinfrastruktur umfasst das CVM weitere (Kooperations-)Flächen, auf denen sich interessierte Unternehmen ansiedeln können, um so besonders von der Nähe zu der Testinfrastruktur profitieren zu können. In Abbildung 1 ist neben diesen Flächen die angrenzende Nachbarschaft zum Aldenhoven Testing Center zu sehen, mit dem neben inhaltlichen Themen im Bereich der vernetzten, automatisierten und verkehrsträgerübergreifenden Mobilität auch Testeinrichtungen wie das 5G Mobility Lab zusammen bedient werden. Ein Beispiel für eine solche Zusammenarbeit ist das UNICARagil Projekt, welches weiter unten beschrieben wird. In solchen Kooperationen können Synergien mit Automotive Anwendungen zur gemeinsamen Prüfstandentwicklung, für kooperative Sensortechnologien für Fahrzeugautomatisierung und zur Forschung zu künftigen verkehrsträgerübergreifenden Mobilitätskonzepten genutzt werden.

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen



Abbildung 1: Die Flächen des Center for Vertical Mobility

In diesen gemeinsamen Forschungsaktivitäten ist die Robustheitserprobung von (luft- und bodengebundenen) Fahrzeugen gegenüber verschiedenen internen und externen Störungen ein zentrales Thema. Dabei können diese Störungen gezielt (z.B. Jamming/Spoofing), umgebungsbedingt (z.B. Wetter, Wind) oder durch interne Systemfehler hervorgerufen werden. Insbesondere das Testen der Robustheit gegen gezielte Störungen ist nicht nur im militärischen Bereich (z.B. zur Drohnenabwehr), sondern auch für zivile Transportmittel als Folge von militärischen Anwendungen von Bedeutung.

Jamming / Spoofing

Im Jahr 2025 fand das Thema Jamming und Spoofing aufgrund von vermehrtem Auftreten von Vorkommnissen im Ostseeraum und deren Auswirkungen auf die zivile Luftfahrt erhöhtes öffentliches Interesse ([15], [16], [17]). In einer Studie, in der mit einem Forschungsschiff das Auftreten von Jamming und Spoofing im Ostseeraum untersucht wurde, konnte eine signifikant höhere Anzahl an Störungen als bei früheren Untersuchungen festgestellt werden, sodass die GNSS-Verfügbarkeit (Global Navigation Satellite System) auf 83,5 % fiel [18]. Zusätzlich kam es im Untersuchungszeitraum zu einer fast 30-stündigen Spoofing-Störung, welche ein ernsthaftes Risiko für die untersuchte Schifffahrt (aber auch für die Luftfahrt) darstellte.

Aufgrund dieses vermehrten Auftretens von gezielten Kommunikationsstörungen wird es erforderlich, existierende Prüfverfahren und deren Anwendbarkeit für aktuelle Szenarien zu untersuchen. Hierin zeigt sich eine Stärke des Betriebs eines solchen Testzentrums durch eine Forschungseinrichtung, indem durch dediziertes Forschungspersonal Prüfmethoden und -verfahren an die Nutzerbedürfnisse vor dem Hintergrund der technologischen Entwicklung angepasst werden können. Im speziellen Fall des CVM kann zudem über die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit dem Institut für Regelungstechnik [19] weitere Kompetenz in diesem Bereich zur

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Verfügung gestellt werden. Die Robustheitserprobung stellt somit einen Schwerpunkt der inhaltlichen Arbeiten am CVM dar.

Luftraumintegration / Leitwartentechnologie

Neben der Robustheitserprobung ist ein weiterer Schwerpunkt die Luftraumintegration von UAVs und die sich daraus ergebenden Anforderungen für erforderliche Kontrollmechanismen. Wie einleitend dargestellt wird für den UAV-Markt in den kommenden Jahren ein starkes Wachstum erwartet. Dabei wird besonders für kommerzielle Anwendungen eine stetige Zunahme der Anzahl von UAVs (+43 % im Jahr 2030 verglichen mit dem Referenzjahr 2022, [20]) und damit auch der Anzahl der UAV-Flugbewegungen erwartet.

Hieraus ergeben sich Anforderungen an die Leitwartentechnologie und Kontrollmechanismen. Die Menge der Flugbewegungen würde bei manueller Koordination und Überwachung einen hohen personellen Ressourcenaufwand bedeuten und legt daher eine weitere Steigerung des Automatisierungsgrads in diesem Bereich nahe. Auch der Einsatz von künstlicher Intelligenz könnte zu einer effizienteren Koordination der vielen Flugbewegungen hilfreich sein. Für die hohe Absicherungshürde zur Einhaltung der erwarteten Sicherheit beim Einsatz künstlicher Intelligenz in diesem Bereich können wiederum Synergien mit ähnlichen Ansätzen bei der Absicherung des automatisierten Fahrens genutzt werden ([21]).

Auch in diesem Forschungsfeld ist das CVM aktiv. In den Arbeiten im Integral TX Projekt [22] werden verschiedene Aspekte der beschriebenen Anforderungen für die Luftraumintegration mit bemannter Luftfahrt erforscht (siehe auch nachstehende Projektbeschreibung).

Projekte am CVM

Die Entwicklung des CVM sowie seiner Forschungsschwerpunkte werden unter anderem durch verschiedene Anwendungsprojekte vorangetrieben. Dies geschieht in Auftragsforschung sowie in öffentlichen Förderprojekten, von denen im Folgenden drei exemplarisch beschrieben werden sollen, um so einen Eindruck zu vermitteln, wie die Arbeit am CVM von der kooperativen Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen profitiert.

Im Projekt UNICARagil wurde ein UAV-Kippflügelgerät als sogenannte „Info-Biene“ zur luftgestützten Verkehrsüberwachung eingesetzt. Die gesammelten Informationen wurden cloudbasiert in ein externes Umfeldmodell für bodengebundene Transportmittel integriert, um so den infrastrukturbezogenen Investitionsbedarf zu reduzieren und zu flexibilisieren [23]. Das Projekt ist ein Beispiel für die nutzbaren Synergien z.B. hinsichtlich Automatisierung und Sensortechnologien mit Anwendungen für bodengebundene Verkehrsträger und wie am CVM verkehrsträgerübergreifende Forschung für automatisierte Mobilität betrieben wird.

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Auch im Bereich der Luftraumintegration wurden schon Projekte am CVM durchgeführt. Kernziel des Forschungsvorhabens U-SpaceR3 war der Nachweis der sicheren Interaktion von bemannter und unbemannter Luftfahrt in U-Spaces am Beispiel eines Reallabors im Rheinischen Revier, dem CVM [24]. Dies geschah mit Fokus auf der Nutzung und Untersuchung von robuster 5G-Konnektivität für eine hochgradig vernetzte Luftfahrt. Ein zweites beispielhaftes Projekt ist INTEGRAL-TX, indem die Entwicklung von Methoden und Technologien für eine nahtlose Integration von Lufttaxis und unbemannten Flugsystemen in den regulären Betrieb an Verkehrsflughäfen im Vordergrund steht. Dabei werden innovative Lösungen für automatisierte Flugführung, Verkehrsmanagement und 5G-basierte Kommunikation entwickelt.

Ausblick

Die im Rahmen dieses Impulspapiers vorgestellte Bedeutung unabhängiger Testzentren wird sich voraussichtlich in den kommenden Jahren aus verschiedenen Gründen noch verstärken. Hierbei ist zunächst das eingangs beschriebene Wachstum des Drohnenmarkts allgemein zu berücksichtigen. Da dies in verschiedenen Zweigen mit einer Kommerzialisierung von UAVs einhergeht, erhöht sich der Bedarf, durch ausführliche Tests die Marktreife der Produkte und ihre Sicherheit in immer neuen Anwendungsszenarien nachzuweisen. Auch die zunehmende Annäherung der Mobilität durch andere (bodengebundene) Verkehrsträger an Kapazitätsgrenzen – insbesondere in urbanen Räumen - wird die stärkere Einbeziehung des Luftraums für Mobilität und Transport weiter fördern.

Ein weiterer Grund, weshalb unabhängige Testzentren vermehrt in den Fokus rücken werden, ist die aktuell starke Nutzung für militärische Zwecke. Neben den dabei ebenfalls entstehenden Testbedarfen ist die gesellschaftlich verbreitete skeptische Wahrnehmung von UAVs aufgrund ihrer (teils unbegründeten) Assoziation mit militärischen Anwendungen eine Chance, solche Einrichtungen auch als Mittel zur Aufklärung und Förderung von Vertrauen in den gesellschaftlichen Mehrwert solcher Systeme zu nutzen. Dies kann besonders dann gelingen, wenn die Erprobung von Forschung und Kommunikation zu positiv empfundenen Anwendungen begleitet wird und so allgemein das Sicherheitsempfinden durch die Wahrnehmung von Erprobungs- und Testaktivitäten gesteigert wird.

Aber auch die erforderliche Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Drohnenabwehr bietet Chancen für Testzentren: Die Untersuchung der Robustheit von UAVs gegenüber externen Störeinflüssen lässt sich auf Abwehrmaßnahmen übertragen. Das Wissen über die Wirkung dieser Einflüsse bietet doppeltes Potenzial, einerseits zur Entwicklung robusterer Fluggeräte, andererseits zu ihrer gezielten externen Beeinflussung für Abwehrmaßnahmen. Die damit verbundene Weiterentwicklung von Technologien wird wiederum zu spezifischeren Testanforderungen führen, welche nicht durch jeden Hersteller von UAVs mit eigener Infrastruktur beantwortet werden kann.

Gefördert von
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Diese Entwicklung wird sich auch am CVM widerspiegeln. Neben dem Aufbau der (initial) geplanten Testinfrastruktur wird diese sich durch die technologische Entwicklung und die sich daraus ergebenden Testbedürfnisse kontinuierlich weiterentwickeln. Neue Prüfstände werden weitere Forschungseinrichtungen und Industriepartner zu einer Ansiedlung motivieren und den Forschungsstandort NRW im Bereich Luftfahrt weiter ausbauen.

Fazit

Verschiedene, begünstigende Faktoren führen zu einem signifikanten Wachstum bei der Entwicklung von UAVs und damit verbunden auch der erforderlichen Testumfänge. Insbesondere für Start-ups und kleine und mittlere Unternehmen ergibt sich die Herausforderung, dass spezifische Testanforderungen teils hohe Investitionen erfordern und somit eine wirtschaftliche Produktentwicklung erschweren.

Hier können unabhängige Testzentren Abhilfe schaffen, indem den Nutzern Prüfstände und Testunterstützung zur Verfügung gestellt und so nutzerseitig hohe Investitionen in eigene Testinfrastruktur vermieden werden können. Zusätzlich ergeben sich weitere Vorteile, indem solche Einrichtungen den Entwicklungsprozess von neuen Mobilitätskonzepten und -produkten begleiten können. Dabei fördert die Unabhängigkeit von Testzentrumsbetreibern die Reproduzier- und Vergleichbarkeit der Testergebnisse und kann darüber hinaus auch das gesellschaftliche Vertrauen in die Sicherheit der getesteten Systeme steigern.

Aufgrund dieser Bedeutung haben sich bereits mehrere solcher Einrichtungen etabliert. Ein Beispiel ist hier das Center for Vertical Mobility, welches verschiedene Forschungsschwerpunkte adressiert und dabei durch interdisziplinäre Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen und Industriepartnern innovative Konzepte für UAV-Anwendungen hervorbringt. Diese Kombination aus Testmöglichkeit sowie Forschung und Entwicklung kann dabei eine Magnetwirkung für Unternehmen entwickeln, die Kompetenzen an einem Standort bündelt und somit Zukunftsthemen im Bereich der innovativen Luftfahrt für den Forschungsstandort NRW bzw. Deutschland sichert. Die Darstellung der in NRW vorhandenen Möglichkeiten zeigt dabei, dass der Standort im internationalen Wettbewerb zu Themen der vertikalen Mobilität gut aufgestellt ist.

Quellenverzeichnis

1. Tracxn. (n.d.). *Drones sector report*. Abgerufen von https://tracxn.com/d/sectors/drones/__0XaRFvb8e22bXRzPql68ayvrBeJqfgZ2Z7EKgGsCSxE#about

Gefördert von

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

2. Fortune Business Insights. (n.d.). *Unmanned aerial vehicle (UAV) market report*. Abgerufen von https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/unmanned-aerial-vehicle-uav-market-101603
3. Mathys & Squire LLP. (n.d.). *Number of drone patents granted worldwide jumps 18% in the last year*. Abgerufen von https://www.mathys-squire.com/insights-and-events/news/number-of-drone-patents-granted-worldwide-jumps-18-in-the-last-year/
4. Aerospace NRW. (n.d.). *Standort NRW: Übersicht*. Abgerufen von https://aerospace.nrw/standort-nrw/uebersicht
5. EASA – European Union Aviation Safety Agency. (n.d.). *Drones & air mobility: Operating drones*. Abgerufen von https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone
6. MGL – Mönchengladbach Airport. (n.d.). *Innovation*. Abgerufen von https://www.mgl.de/innovation/
7. Forschungsflugplatz Würselen Aachen. (n.d.). *Forschen*. Abgerufen von https://www.forschungsflugplatz.de/forschen
8. BMV – Bundesministerium für Verkehr. (n.d.). Entwicklung und Erprobung von Verfahren zur Luftraumintegration neuer Mobilitätskonzepte in den bestehenden Luftraum. Abgerufen von https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/mFUND/Projekte/skytrackplus.html
9. DFS – Deutsche Flugsicherung. (n.d.). Anträge und Genehmigungen. Abgerufen von https://www.dfs.de/homepage/de/drohnenflug/antraege-und-genehmigungen/
10. EASA – European Union Aviation Safety Agency. (n.d.). *Specific category: Civil drones – Specific operations risk assessment (SORA)*. Abgerufen von https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/specific-category-civil-drones/specific-operations-risk-assessment-sora
11. DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt. (n.d.). *UAS (Unmanned Aircraft Systems)*. Abgerufen von https://www.dlr.de/de/ux
12. FSD – Flugsimulation & Robotik, RWTH Aachen. (n.d.). *Freiflug-Box*. Abgerufen von https://www.fsd.rwth-aachen.de/cms/fsd/Forschung/Versuchseinrichtungen/~pzbs/Freiflug-Box/
13. TU Dresden. (n.d.). *TAFAS*. Abgerufen von https://tu-dresden.de/smart-mobility-lab/forschung/tafas
14. UAS Denmark. (n.d.). Abgerufen von https://uasdenmark.dk/
15. Heise Online. (2025, 15. März). *Studie: GPS-Störungen in der Ostsee werden komplexer und stärker*. Abgerufen von https://www.heise.de/news/Studie-GPS-Stoerungen-in-der-Ostsee-werden-komplexer-und-staerker-11105066.html
16. Tagesschau. (2025, 10. Januar). *GPS-Störungen in der Ostsee: Russland blockiert Navigationssignale*. Abgerufen von https://www.tagesschau.de/ausland/europa/ostseeregion-gps-stoerungen-russland-100.html
17. Flug Revue. (n.d.). *GPS-Störungen: Was tun gegen Jamming und Spoofing?* Abgerufen von https://www.flugrevue.de/flugzeugbau/gps-stoerungen-was-tun-gegen-jamming-und-spoofing/

Gefördert von

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

18. Barodzka, M., & Cydejko, J. (2025, 27. November). *GNSS interference monitoring in the Baltic Sea: Shipborne observations near the Kaliningrad Enclave Marine Border* (Doc. Revision 1.3). Hensec secure solutions.
19. IRT – Institut für Regelungstechnik, RWTH Aachen. (n.d.). *Navigation*. Abgerufen von https://www.irt.rwth-aachen.de/cms/irt/Forschung/Mobilitaet-und-Navigation/~izql/Navigation/
20. Verband unbemannter Luftfahrt. (2023, Juli). *Studie zum deutschen Drohnen-, Flugtaxi- sowie Drohnendetektions- und -abwehrmarkt*. Berlin. Abgerufen von https://www.bdli.de/meldungen/analyse-des-deutschen-drohnen-und-flugtaximarktes-zeigt-mehr-zuspruch-fuer-kommerzielle
21. Scholz, S., & Mock, M. (2022, 31. Dezember). *KI-Absicherung: Gemeinsamer Abschlussbericht des Verbundprojekts KI-Absicherung* (Version 1.0).
22. BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (n.d.). *Projekt INTEGRAL-Tx*. Abgerufen von https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Artikel/mFUND/Projekte/integral-tx.html
23. UNICARagil. (n.d.). Abgerufen von https://www.unicaragil.de/
24. FSD – Flugsimulation & Robotik, RWTH Aachen. (n.d.). *U-SPACER³*. Abgerufen von https://www.fsd.rwth-aachen.de/cms/fsd/forschung/projekte/~bauqhl/u-spacer3/
25. CVM – Center for Vertical Mobility, RWTH Aachen. (n.d.). Abgerufen von https://www.cvm.rwth-aachen.de/cms/cvm/~budlux/Das-CVM/
26. Köln Bonn Airport & Universität der Bundeswehr München. (2025, 20. Januar). *Kooperation zur Transformation des Flughafens*. Abgerufen von https://www.koeln-bonn-airport.de/unternehmen/newsroom/pressemitteilungen/detail/flughafen-koeln-bonn-und-universitaet-der-bundeswehr-muenchen-kooperation-zur-transformation-des-flughafens.html
27. Drohnenkompetenzzentrum. (n.d.). Abgerufen von https://drohnenkompetenzzentrum.org/
28. Droneport EU. (n.d.). Abgerufen von https://droneport.eu/
29. NLR – Netherlands Aerospace Centre. (n.d.). *NLR Drone Centre*. Abgerufen von https://www.nlr.org/newsroom/facility/nlr-drone-centre/
30. Dutch Drone Centre. (n.d.). *Dutch Drone Centre*. Abgerufen von https://www.dutchdronecentre.eu/index.php/en

Gefördert von

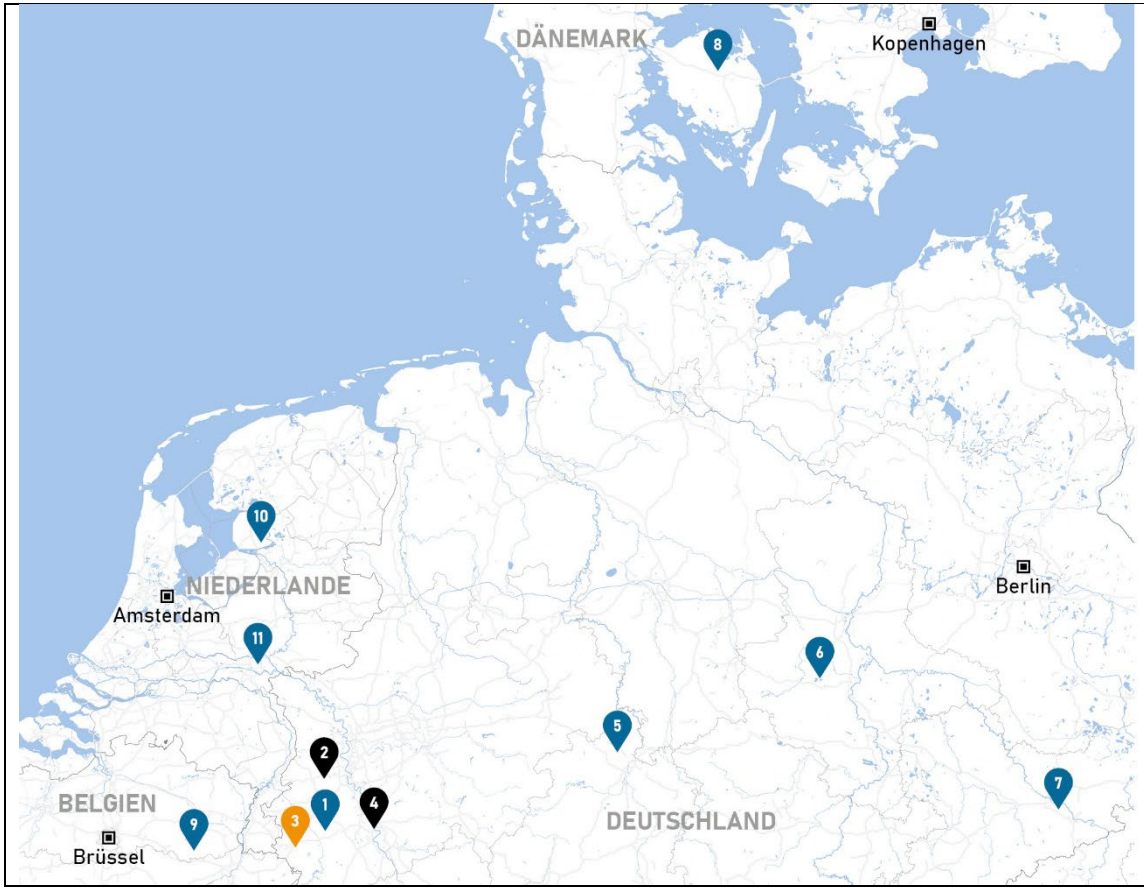
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

STEIL NACH OBEN
Testzentren für die
vertikalstartfähigen UAVs
22.06.2025

Kompetenznetzwerk
automatisierte und
vernetzte Mobilität
innocam.NRW

Bedeutung unabhängiger
Entwicklung von

Anhang



UAV-Testzentrum

1 Center for Vertical Mobility (CVM)
Aldenhoven, NRW

5 Hessisches Drohnen Kompetenzzentrum
Flughafen Kassel-Calden, Hessen

6 Nationales Erprobungszentrum für UAS (DLR)
Cochstedt, Sachsen-Anhalt

7 Testcenter TAFAS (TU Dresden)
Dresden, Sachsen

8 UAS Denmark International Test Center
Odense, Dänemark

9 DronePort
Sint-Truiden, Belgien

10 NLR Drone Centre
Marknesse, Niederlande

11 Dutch Drone Centre Aviolanda
Hoogerheide, Niederlande

Forschungsflugplatz

3 Forschungsflugplatz Würselen
Würselen-Aachen, NRW

Verkehrsflughafen mit Testmöglichkeiten

2 Flughafen Mönchengladbach
Mönchengladbach, NRW

4 Flughafen Köln/Bonn
Köln/Bonn, NRW

Gefördert von

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

Nr.	Testeinrichtung	Standort	Thematische Schwerpunkte	Ausstattung / Anmerkung	Quelle
1	Center for Vertical Mobility	NRW	• Robustheitsuntersuchung und Stresstests für gezielte und natürliche Störungseinflüsse • Automatisierung • Verkehrs- und Luftraumintegration	• Geografische Zone • Leitwartentechnologie • Galileo Navigationslabor • 5G Kommunikationstestfeld • Klimaprüfstand • Außentestgelände	[25]
2	Flughafen Mönchengladbach	NRW	• Interaktion unterschiedlicher Flugobjekte im gleichen Luftraum • Nachhaltige Luftmobilität / Alternative Antriebe • Digitalisierung	• Kontrollzone • Flughafeninfrastruktur • Ladeinfrastruktur für (elektrische) Luftfahrzeuge	[6]
3	Forschungsflugplatz Würselen	NRW	• Forschung zu innovativer und klimaschützender Luftfahrt durch Forschungseinrichtungen (RWTH und FH Aachen, DLR)	• Kontrollzone • Flughafeninfrastruktur	[7]
4	Flughafen Köln/Bonn	NRW	• Digitaler Flughafen-Zwilling als Testfläche für neue Technologien und optimierte Prozesse	• Kontrollzone • Flughafeninfrastruktur	[26]
5	Hessisches Drohnen Kompetenzzentrum (Flughafen Calden)	Deutschland (Hessen)	• Integration von Drohnentechnologie in reale Betriebs- und Sicherheitsprozesse	• Geografische Zone • BVLOS-Flüge unter realen Bedingungen	[27]

Gefördert von

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

6	Nationales Erprobungszentrum für unbemannte Luftfahrtsysteme (DLR)	Deutschland (Sachsen-Anhalt)	• Entwicklung neuer Erprobungsverfahren und -möglichkeiten • Einbindung von UAS in den Luftraum	• Geografische Zone • Indoor GNSS • Drohnenkäfig • Vertiport-Test- und Demonstrationsinfrastruktur • 5G-Campusnetz	[11]
7	Testcenter für automatisiertes Fliegen und autonome Systeme (TU Dresden)	Deutschland (Sachsen)	• praxisnahe Experimente • Validierungen und Zulassungsnachweise für UAVs und eVTOLs	• Multifunktions-Flughalle • Außentestgelände • EMV- und Klimatests • U-Space-Integration • Vertiport	[13]
8	UAS Denmark International Test Center	Odense (Dänemark)	• Forschungs- und Entwicklungslabore und Beratung für Industrie und Forschung	• Geografische Zone • Elektroniklabore • Bewegungserfassungssysteme • Klimatests	[14]
9	DronePort	Sint-Truiden (Belgien)	• Künstliche Intelligenz • Autonome Systeme • Nachhaltige Energie • CO_2-neutrale Mobilität	• Geografische Zone	[28]
10	NLR Drone Centre	Marknesse (Niederlande)	• Testflüge von Prototypen	• Geografische Zone • Flugplatzinfrastruktur • Urbanes Testfeld aus Containern	[29]
11	Dutch Drone Centre Aviolanda	Hoogerheide (Niederlande)	• Testflüge von Prototypen	• Kontrollzone • Flughafeninfrastruktur • Indoor-Testing • Klimakammer	[30]

Abbildung 2: Übersicht über UAV-Testzentren

Gefördert von

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen