

Abschlussbericht zum Verbundprojekt

Technologiedemonstration eines effizienz- optimierten Multirotorfluggerätes – BEEfficient, Teilvorhaben: Erhöhung von Einsatzspektren und gesellschaftlicher Akzeptanz Urbaner Drohnen

der Technischen Hochschule Ingolstadt

Zuwendungsempfänger:	Technische Hochschule Ingolstadt Zentrum für Angewandte Forschung (ZAF) Esplanade 10 85049 Ingolstadt
Projektpartner:	Technische Hochschule Ingolstadt BEEappliance GmbH
Förderkennzeichen:	45UAS1026A
Projektleitung:	Prof. Dr. Andreas Riener  0841/9348-2833  Andreas.Riener@thi.de
Projektlaufzeit:	01.10.2019 – 31.07.2020

Gefördert durch:



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur unter dem Förderkennzeichen 45UAS1026A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

Inhalt

I.	Kurzdarstellung	4
1.	<i>Aufgabenstellung</i>	4
2.	<i>Voraussetzungen/Ausgangslage</i>	4
3.	<i>Anknüpfungspunkte in Wissenschaft und Technik</i>	7
4.	<i>Zusammenarbeit mit anderen Stellen</i>	7
II.	Eingehende Darstellung	7
1.	<i>Soll-Ist-Vergleich der geplanten und erzielten Ergebnisse sowie der eingesetzten Mittel</i>	7
2.	<i>Erläuterung der wichtigsten Positionen im zahlenmäßigen Nachweis</i>	12
3.	<i>Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit</i>	13
4.	<i>Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses (Fortschreibung des Verwertungsplanes)</i>	13
5.	<i>Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen während der Durchführung</i>	14
6.	<i>Geplante und erfolgte Veröffentlichungen im Rahmen des Vorhabens</i>	14
III.	Erfolgskontrollbericht	14
IV.	Kurzfassung/Berichtsblatt	14

B. Abbildungen

Abbildung 1: Projektplan mit Darstellung des ursprünglichen Zeitplans (Soll-Zustand)...	7
Abbildung 2: Screenshot der Einstiegsseite für die Online-Umfrage auf der Plattform LimeSurvey.....	9
Abbildung 3: Abbildung 3: Setup der Flugfeldstudie. Rechts im Bild das Team der THI mit einigen Probanden.	10
Abbildung 4: Flugfeldstudie aus Perspektive der Probanden. Links im Bild die Kamera mit Stativ, am unteren Bildrand Pylonen zur Abgrenzung.	11
Abbildung 5: Projektplan mit Darstellung des Ist-Zustandes.	12

C. Tabellen

Tabelle 1 Auflistung der Ausgaben.....	12
--	----

I. Kurzdarstellung

1. Aufgabenstellung

Im vorliegenden Teilvorhaben der THI konzentrierte sich das Projekt auf Ziele der gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Ebene. Übergeordnet sind belastbare Erkenntnisse zur gesellschaftlichen Nutzer- und Betroffenenakzeptanz hinsichtlich potenzieller Einsatzformen von Urban Air Vehicles (UAVs) zu erwarten. Mit dem formulierten Forschungsdesign sollten zudem folgende weitere Teilziele erreicht werden:

- Teilziel I: Konzeption eines Forschungsdesigns, welches für nachfolgende Forschungsprojekte im Themenbereich UAM flexibel eingesetzt werden kann
- Teilziel II: Vernetzung der betriebsrelevanten Stakeholder Hersteller, Betreiber (Öffentliche Ebene), Betreiber (Privatwirtschaftliche Ebene), Nutzern und Betroffenen
- Teilziel III: IST-Aufnahme der gesellschaftlichen Akzeptanz hinsichtlich UAM
- Teilziel IV: Förderung der gesellschaftlichen Akzeptanz durch inhaltliche Teilhabe
- Teilziel V: Erhöhung der Sichtbarkeit der UAM-Initiative Ingolstadt
- Teilziel VI: Ableitung eines Anforderungskatalogs für autonome Drohnen im unkontrollierten Luftraum aus Sicht der gesellschaftlichen Akzeptanz

2. Voraussetzungen/Ausgangslage

Die Technische Hochschule Ingolstadt (THI) wurde 1994 als Fachhochschule gegründet und ist seit 2013 eine Technische Hochschule und seither mit einer soliden Basis für grundfinanzierte Forschung ausgestattet. Die THI legt dabei besonderen Wert auf einen Mix aus praxisbezogener Lehre und anwendungsorientierter Forschung. Die Technische Hochschule Ingolstadt ist seit jeher eine Mobilitätshochschule mit zahlreichen Studiengängen im Automotive- und Avionik-Bereich und widmet sich primär der Forschung im Bereich Mobilität und Verkehrssicherheit.

Die Forschungsstärke auf der einen, sowie die hohe Bedeutung dieses Forschungsfokus auf der anderen Seite wird durch das Forschungs- und Testzentrum CARISSMA („Center of Automotive Research on Integrated Safety Systems and Measurement Area“) unterstrichen, das vom Wissenschaftsrat am 02.Juli 2010 als einer der ersten Forschungsbauten an Fachhochschulen genehmigt und an der THI seit seiner Eröffnung in 2016 als hochschulinternes wissenschaftliches Leitzentrum weiterentwickelt wird. Ein wesentliches Kriterium für dessen Genehmigung war es, innovative Testprozesse und -methoden zu entwickeln, die möglichst effektiv, mit geringem Aufwand und ohne Sicherheitsgefährdung neue Technologien auf deren breite Einsetzbarkeit und Akzeptanz zu testen. Durch unterschiedliche Labore, Indoor- und Outdoorteststrecken sowie die Zusammenarbeit von mehr als 15 Professoren mit ausgewiesener Expertise in unterschiedlichen Bereichen der Mobilitätsforschung konnte so ein Umfeld geschaffen werden, dass das

Forschungszentrum CARISSMA zum gesuchten Partner für verschiedenste öffentliche und privatwirtschaftliche geförderte Projekte macht.

Die Erweiterung der Forschungskompetenz erfolgte zuletzt durch Gründung der An-Institute AININ (Artificial Intelligence Network Ingolstadt gGmbH) sowie dem Fraunhofer Anwendungszentrum für Vernetzte Mobilität und Infrastruktur (VMI), angedockt an Fraunhofer IVI, Dresden. Die THI ist weiterhin mit dem "AI@Motion Bavaria" der zentrale KI-Mobilitätsknoten in Bayern.

Die THI mit dem Forschungszentrum CARISSMA, AININ, VMI und AI@Motion Bavaria ist somit perfekt für Forschungsprojekte im Kontext der Innovationsstrategie des Bundes („Hightech-Strategie 2025“, Säule 5 „Intelligente Mobilität“) gewappnet. Die THI ist mit Ihrem Forschungsprofil und ihren international ausgewiesenen Experten somit entsprechend gut als Partner für BEEfficient geeignet.

Projektleiter **Prof. Priv.-Doz. Dr. Andreas Riener** ist Professor für Mensch-Maschine Interaktion und Virtuelle Realität (VR) an der Fakultät für Informatik und vertritt dieses Fachgebiet auch am Forschungszentrum CARISSMA, sowie in AININ und VMI. Er ist Programmmanager für die UXD-Studiengänge an der THI und leitet die Forschungslabore für Usability/UXD sowie das Fahrsimulatorlabor. Im Jahr 2017 gründete er die interdisziplinäre „Human-Computer Interaction Group“ (<https://hcig.thi.de>) an der THI mit derzeit etwa 15, größtenteils Drittmittelfinanzierten, wissenschaftlichen Mitarbeitern auf PhD- und Postdoc-Ebene. Sein Schwerpunkt liegt in der hypothesengetriebenen experimentellen Forschung im breiteren Gebiet von Mobilität und umfasst sowohl Studien in Simulatoren und Virtual Reality, als auch Experimente im Feld (auf Teststrecken, in Realumgebungen). Seine Gruppe forscht insbesondere zu den Themen Vertrauen/Akzeptanz/Ethik im Bereich der zunehmenden Technisierung/Automatisierung. Rieners Forschung hat mehr als 200 Publikationen in verschiedenen Zeitschriften und Konferenzen im Umfeld von HCI, AR/VR, Humanfaktoren und automatisiertem Fahren hervorgebracht. Er ist Mitglied von IEEE, ACM und HFES Europe. Andreas Riener ist Mitglied des Lenkungsausschusses von ACM AutomotiveUI und Vorsitzender der deutschen ACM SIGCHI sowie Mitglied im Vorstand der Gesellschaft für Informatik (GI), Fachgruppe HCI sowie Mitglied in der gemeinsamen Ethikkommission der Hochschulen Bayerns (GEHBa).

Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt BEEfficient, Teilvorhaben: Erhöhung von Einsatzspektralen und gesellschaftlicher Akzeptanz Urbaner Drohnen wurde initial durch Prof. Dr. Harry Wagner unter Mitarbeit von Markus Derer und in enger Abstimmung mit der Firma BEE Appliance GmbH, eingebettet in einem Verbundprojekt, beantragt. Prof. Dr. Andreas Riener, Professor für Mensch-Maschine Interaktion an der THI und Experte für Human Factors, Ergonomieuntersuchungen sowie

gesellschaftliche Implikationen von Technologie wurde bereits im Antragsprozess zu Rate gezogen.

Aufgrund persönlicher Veränderungen von Prof. Dr. Harry Wagner wurde das Projekt mit Zustellung der unverbindlichen Inaussichtstellung im Juli 2019 an Prof. Dr. Andreas Riener als Projektleiter übertragen und dieser mit der Bearbeitung/Projektdurchführung beauftragt. Sowohl Prof. Dr. Harry Wagner als auch sein Mitarbeiter/Doktorand Markus Derer blieben dem Projekt bis zum Laufzeitende als Mobilitätsexperten beratend erhalten. Zum 01. Oktober 2019 wurde die wissenschaftliche Mitarbeiterin Martina Schuß als ausgewiesene Forscherin im Bereich qualitative und quantitative Studierenerhebung auf das Projekt eingestellt und hat dieses bis zum Projektende operativ geleitet.

Das Teilprojekt gliedert sich in vier Arbeitspakete. Die detaillierte Beschreibung der jeweiligen Arbeitspakete und Meilensteine ist im Folgenden aufgeführt:

Arbeitspaket 1: Auf Basis der Literaturrecherche werden IST-Analysen hinsichtlich des Stands der Technik urbaner Drohnen, den rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der gesellschaftlichen Akzeptanz durchgeführt und bewertet. Durch eine spezifische Nutzlast von 25 kg fällt die in diesem Projekt eingesetzte Drohne aus bereits etablierten Rahmenbedingungen, die in der Regel ausschließlich für Drohnen mit einem Gesamtabfluggewicht von unter 25 kg anwendbar sind.

Arbeitspaket 2: Aufbauend auf AP-T1 war eine zweistufige Befragung zu entwickeln, die im Rahmen der Vorher- sowie Nachher-Befragung von Probanden zu beantworten ist. Im Hinblick der technischen Spezifikationen der Drohne können bereits abgefragte Aspekte wie die subjektive Wahrnehmung im vorliegenden Vorhaben stark variieren. Daher lag neben einer effizienten empirischen Erhebung eine vorgeschaltete und zielführende Erfassung aller projektspezifischen Aspekte bzw. Faktoren im Fokus.

Arbeitspaket 3: Im Rahmen des Arbeitspakets 3 war die Auswertung und Konsolidierung sowohl der Ergebnisse aus der Probandenstudie als auch relevanter Daten, die während des Flugbetriebs aufgezeichnet wurden geplant.

Arbeitspaket 4: Im Rahmen des AP-T4 ist das Vorhaben inhaltlich und strukturell in einer publizierbaren Form aufzubereiten.

Planmäßig ist für den Monat Dezember 2019 ein offener eintägiger Abschlussworkshop angesetzt, der das Vorhaben vollumfänglich vorstellt und interessierten Gästen aus dem öffentlichen und privatwirtschaftlichen Bereich offensiv die Möglichkeit gibt sich mit Fragen, Meinungen und sonstige Anmerkungen an dem Entwicklungsprozess inhaltlich zu beteiligen.

Ergänzend werden die gesammelten Datenbestände in kompatibler Form der M-Fond-Datenbank zugänglich gemacht (Ergebnisse der Probandenstudie und Daten des Flugbetriebs).

AP	Arbeitspaket Name	Projektmonate							PM
		1	2	3	4	5	6	7	
1	AP-T1: IST-Analyse & Bewertung	■	■	■	■	■			1
MS II.1	Datensammlung abgeschlossen und dokumentiert		◆						
2	AP-T2: Empirische Erhebungen		■	■	■	■	■	■	4
MS II.2	Probandenstudien durchgeführt, Ergebnisse dokumentiert und Daten aus Flugbetrieb aufgezeichnet					◆			
3	AP-T3: Auswertung & Konsolidierung					■	■	■	1
MS II.3	Auswertung abgeschlossen und dokumentiert							◆	
4	AP-T4: Veröffentlichung & Kommunikation							■	1
MS II.4	Veröffentlichung inhaltlich abgeschlossen und formatspezifisch aufbereitet							◆	

Abbildung 1: Projektplan mit Darstellung des ursprünglichen Zeitplans (Soll-Zustand).

3. Anknüpfungspunkte in Wissenschaft und Technik

Für die Datensammlung sowie zur Vorbereitung der beiden Studien (AP-T1, MS II.1) wurden von Seiten der Technischen Hochschule Ingolstadt Informationen und Publikationen von den folgenden Institutionen herangezogen: Verband Unbemannte Luftfahrt (VUL, Analyse des deutschen Drohnenmarktes, 2019), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (DLR, 2018) und Urban Air Mobility Initiative Ingolstadt (UAM) (Ingolstadt, 2020). Des Weiteren wurde zur Recherche von wissenschaftlichen Publikationen zum Thema unbemannte Luftfahrt die Plattform Google Scholar genutzt.

4. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Vorhaben war eingebettet in/wurde in enger Abstimmung mit der von der Europäischen Kommission unterstützten Initiative „Urban Air Mobility“ (<https://eu-smartcities.eu/initiatives/840/description>) in Ingolstadt durchgeführt. Projekterkenntnisse wurden im Konsortium vorgestellt und mit anderen Modellprojekten im Bereich Mobilität in der 3. Dimension in Bezug gesetzt.

II. Eingehende Darstellung

1. Soll-Ist-Vergleich der geplanten und erzielten Ergebnisse sowie der eingesetzten Mittel

Von Seiten der THI startete das Projekt am 01. Oktober 2019 mit einer Verzögerung von vier Monaten. Die unverbindliche Inaussichtstellung für das Projekt hat die THI am 21. Juli 2019 erhalten und im August 2019 begonnen, eine Personalstelle auszuschreiben. Die Hochschulleitung hatte zugesichert, die Personalkosten zu übernehmen, falls kein Zuwendungsbescheid bewilligt worden wäre. Die Stelle konnte ab dem 01. Oktober 2019 zum Projektstart erfolgreich besetzt werden. Der Zuwendungsbescheid, datiert auf 15. November 2019, ist am 21. November 2019 bei der THI eingegangen.

Bereits am 13. September 2019 hat mit dem Partner BEEAppliance GmbH ein Kick-Off Meeting für das Projekt stattgefunden, in welchem die Projektpartner Kommunikation sowie die Gestaltung gemeinsamer Schnittstellen festlegten.

Arbeitspaket 1: Im ersten Schritt wurden der THI umfassende Daten zum deutschen Drohnenmarkt sowie zur Akzeptanz von Drohnen durchgeführt (AP-T1, MS II.1). Studien zeigen, dass die Teilnehmer mehr Skepsis äußern je näher Drohnen an ihrem täglichen Leben sind. Im Vergleich zu anderen Einsatzzwecken haben die Teilnehmer gegenüber Drohnen zu Lieferzwecken eine geringere Akzeptanz, vor allem beim Einsatz in größeren Städten. Die meiste Akzeptanz genießen Drohnen welche für den Katastrophenschutz, die Forschung, Rettungseinsätze und Zivilschutz (Polizei, Feuerwehr), sowie für Medizintransporte eingesetzt werden. Eine deutsche Studie zeigte, dass rund 83% der Studienteilnehmer geben an, dass sie sich Drohnen zur Unterstützung von Polizei und Feuerwehr vorstellen können und 76% geben an, dass sie Drohnen zum Schutz der Bevölkerung zustimmen. Lediglich 33% der Teilnehmer können sich Drohnen für Lieferzwecke vorstellen und nur 17% akzeptieren Drohnen als autonome Taxen. Eine Reihe internationaler Studien zur Akzeptanz von Drohnen bestätigen, dass die Akzeptanz von Drohnen steigt, wenn es sich um Drohnen für „gute“ Zwecke handelt und sinkt, wenn es um Freizeit oder Zwecke geht, die nicht dem Schutz und Wohl der Allgemeinheit dienen. In der Studie des Verbands unbemannte Luftfahrt (VUL, Was denken die Deutschen über unbemannte Luftfahrt?, 2017) ist die Schallemission zwar der Aspekt, der von den Teilnehmern im Vergleich zu anderen Punkten als am wenigsten kritisch eingestuft wird. Dennoch geben 50% der Studienteilnehmer an, dass sie wegen der Lärmbelästigung durch Drohnen besorgt sind. Die Teilnehmer beider Studien äußern die größten Bedenken gegenüber Sicherheitsaspekten und Kriminalität. Dies zeigt, dass Schallemission durchaus ein wichtiger Faktor ist, der zu einer besseren User Experience beitragen könnte.

Arbeitspakete 2 und 3:

Quantitative Studie: Online-Fragebogen: Aus diesen Erkenntnissen wurden Faktoren abgeleitet, die in einem Online-Fragebogen abgefragt wurden, welcher im Herbst 2019 von 258 Teilnehmern (92 Frauen) ausgefüllt wurde (AP-T2, MS II.2). Zu diesem Zwecke wurde der Fragebogen von Seiten der Technischen Hochschule Ingolstadt konzipiert und in mehreren Iterationsschleifen angepasst. Dabei wurde im Fragebogendesign sowohl auf validierte, standardisierte Fragebogenelemente wie das Technologieakzeptanzmodell (Thomas Franke, 2019) und den Sheldon Need Scale (Sheldon, 2012) zurückgegriffen, sowie eigene Fragen konstruiert. Im Fragebogen wurde die Einstellung gegenüber Drohnen ganz allgemein sowie gegenüber Drohnen für verschiedene Zwecke abgefragt, um Ergebnisse aus vorherigen Studien replizieren zu können. Im Anschluss an die Befragung wurden die Daten der Studie aufbereitet und mit SPSS statistisch ausgewertet (AP-T3, MS II.3). Die Ergebnisse wurden formuliert und in einem publizierfähigen Format dokumentiert (AP-T4, MS II.4). Die Fragebogenstudie ist derzeit noch aktiv und kann hier aufgerufen werden: <http://thi.de/go/akzeptanz-uavs>

Akzeptanzstudie UAVs

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,
im Rahmen eines durch das BMVI geförderten Projekts für unbemannte Luftfahrtsysteme soll das aktuelle Meinungsbild der Bevölkerung hinsichtlich unbemannter Luftfahrzeuge (UAS – Unmanned Aerial Systems, umgangssprachlich „Drohnen“) erhoben werden.

Im Folgenden geht es um Drohnen, welche mit über 25 kg Gewicht beladen werden können und öffentlich oder gewerblich genutzt werden. Die abgebildete Drohne hat einen Durchmesser von ca. 4 m und kann ca. 25 kg transportieren.

Mit der Beantwortung des Fragenkataloges helfen Sie uns, Drohnen, die für den Transport eingesetzt werden besser zu gestalten.

Für uns ist Ihre persönliche Meinung wichtig, es gibt keine „richtige“ oder „falsche“ Antwort. Sollte eine Antwortmöglichkeit Ihre Meinung nicht genau treffen, wählen Sie bitte die Antwort aus, die Ihrer Meinung am nächsten kommt.

Diese Befragung ist selbstverständlich anonym, d.h. Ihre Angaben unterliegen dem Datenschutz und werden anonym ausgewertet. Rückschlüsse auf Ihre Person sind nicht möglich.

Die Teilnahme an der Umfrage dauert etwa 10-15 Minuten.

Unter allen Teilnehmern, die den Fragebogen vollständig bis zum 30.11.2019 ausfüllen, werden drei 50€-Gutscheine verlost.

Für weitere Fragen zu dieser Befragung wenden Sie sich bitte an: martina.schuss@thi.de

Weiter

Abbildung 2: Screenshot der Einstiegsseite für die Online-Umfrage auf der Plattform LimeSurvey.

Qualitative Demonstrationsstudie: Im November wurde in stetiger Abstimmung mit unserem Projektpartner BEEappliance GmbH die Studie auf dem Flugfeld geplant. Von unserer Seite wurden die Flugszenarien und das gesamte Studiendesign konzipiert (AP-T2, MS II.2). Das Studie adressiert Faktoren, die sich aus der durchgeführten Literaturrecherche und unserer ersten Studie resultierten. Nach einem kurzen Briefing und der Abfrage demographischer Daten war geplant, den Probanden auf dem Flugfeld mehrere Flüge der Drohne zu präsentieren. Das Fluggerät sollte in verschiedenen Höhen und Abständen zu den Probanden fliegen und einen Landeflug absolvieren. Das Studiendesign wurde in mehreren Iterationsschleifen evaluiert und angepasst (AP-T2).

Aufgrund von Schwierigkeiten einer Fluggenehmigung durch die Wehrtechnische Dienststelle für Luftfahrzeuge und Luftfahrtgeräte der Bundeswehr (WTD 61) wurde die Studie auf das hauseigene Feld der BEEappliance umdisponiert. Für die Tage vom 16. bis zum 19. Dezember 2019 wurden 64 Teilnehmer zur Studie eingeladen. Die Durchführung der Studie (Studiendesign, Fragebögen, technisches Equipment für Videoaufzeichnung, Schallpegelmessung und Nachbefragung der Probanden) sowie die Organisation (Zeitplanung, Probandenakquise, inkl. Transfer der Probanden nach Beilngries, Incentives für Probanden, Vorbereitung von Getränken und Snacks für die Probanden) wurden von Seiten der Technischen Hochschule Ingolstadt geplant, vorbereitet und durchgeführt.

Am 14. Dezember 2019 erreichte uns von Seiten unseres Projektpartners die Nachricht, dass noch ein weiterer Testtag am 16. Dezember 2019 notwendig sei, woraufhin wir den Studienteilnehmern für den 16. Dezember 2019 absagten. Am Montag, den 16. Dezember 2019 erreichte uns dann die Benachrichtigung, dass es während der finalen Testflüge zu einem technischen Defekt der Drohne gekommen sei und die Studie abgesagt werden müsse.

Bis zum Beginn der COVID-19 Pandemie und dem damit verbundenen Beschränkungen, war es Aufgrund des Wiederaufbaus des Fluggeräts durch unseren Projektpartner BEEappliance GmbH nicht möglich, die Studie nachzuholen.

Nach dem Lockdown haben wir gemeinsam mit unserem Projektpartner die Nachholstudie geplant. Dabei konnten wir auf das bereits fertige Studiendesign setzen, jedoch mussten erneut Probanden rekrutiert und ein detaillierter Zeitplan für die Studie erstellt werden. Geplant waren 48 Probanden, die vom 28. bis zum 30. Juli 2020 auf dem hauseigenen Flugfeld der Firma BEEappliance GmbH die Drohne präsentiert bekommen sollten. Hierfür waren mehrere Abstimmungen mit unserem Projektpartner notwendig, sowie die Einweisung von studentischen Hilfskräften auf Seiten der Technischen Hochschule Ingolstadt. Des Weiteren wurde am 15. Juli 2020 ein Pilottest in Beilngries durchgeführt, bei welchem die Flugszenarien sowie das gesamte technische Equipment getestet wurden. Nach dem Pilottest wurde das Studiendesign erneut angepasst.

Am 28. Juli 2020 startete die Flugfeldstudie wie geplant. Nachdem die erste Probandengruppe von vier Personen den gesamten Ablauf der Studie durchlaufen hatte, kam es bei der zweiten Probandengruppe nach dem ersten Flugmanöver zu einem technischen Defekt und die Probanden mussten das Flugfeld verlassen. Die geplante Nachbefragung wurde dennoch mit den Teilnehmern durchgeführt und die Probandenentschädigung wie geplant übergeben. Zwei Stunden nach dem Defekt teilte uns unser Projektpartner mit, dass aus Sicherheitsgründen die restlichen Testtage abgesagt werden müssten. Dementsprechend konnten von uns keine Daten in M-Fonds-Datenbank des BMVI (AP-T4) eingetragen werden.



Abbildung 3: Abbildung 3: Setup der Flugfeldstudie. Rechts im Bild das Team der THI mit einigen Probanden.



Abbildung 4: Flugfeldstudie aus Perspektive der Probanden. Links im Bild die Kamera mit Stativ, am unteren Bildrand Pylonen zur Abgrenzung.

Öffentlichkeitsarbeit: Auf verschiedenen Veranstaltungen wurde das BEEfficient Projekt beworben. Im Rahmen des Partnerschafts-Netzwerktreffens der „Urban Air Mobility – Initiative von Stadt und Region Ingolstadt“ wurde am 19. November 2019 das Projekt BEEfficient auf der Veranstaltung präsentiert. Dabei wurde sowohl das Gesamtvorhaben umrissen sowie Details zur geplanten Flugfeldstudie vorgestellt.

Am 27. November 2019 wurde im Rahmen des Girls‘ Day bei einem Besuch des Ingolstädter Katharinen-Gymnasiums ein „Color your drone“-Workshop durchgeführt bei welchem die Schülerinnen zum einen über Drohnen und deren mögliche Auswirkungen auf unseren Alltag diskutierten und zum anderen die Drohnen in einer aus Ihrer Sicht angenehmen Farbe kolorierten. Der „Color your drone“-Workshop wurde außerdem am 14. November 2019 mit Studierenden der THI im Rahmen des World Usability Days durchgeführt.

Demnach wurden die Arbeitspakete 2 und 3 teilweise erfüllt: die quantitative Studie wurde konzipiert, durchgeführt, die Ergebnisse ausgewertet und dokumentiert (AP-T2, MS II.2 und AP-T3, MS II.3). Die qualitative Studie wurde konzipiert und geplant. Aufgrund des technischen Defekts des Fluggeräts aus Seiten unseres Projektpartners musste die Studie im Dezember 2019 abgesagt und im Juli 2020 während der zweiten Probandengruppe abgebrochen werden. Daher konnten keine Daten gesammelt werden.

Arbeitspaket 4: Die Ergebnisse aus der quantitativen Studie wurden von Seiten der Technischen Hochschule Ingolstadt aufbereitet, analysiert und ausgewertet und liegen bereits in einem publizierfähigen Format vor (AP-T4, MS II.4).

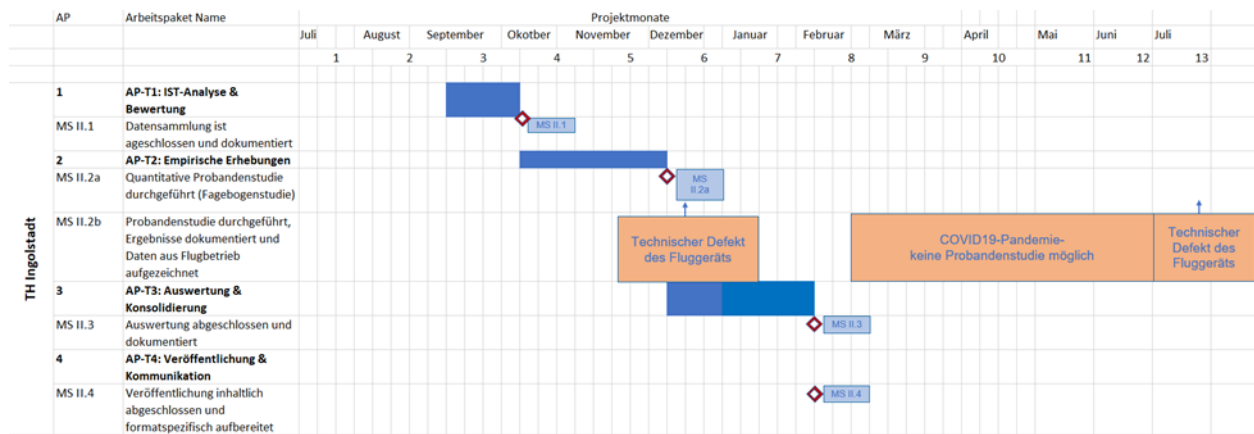


Abbildung 5: Projektplan mit Darstellung des Ist-Zustandes.

2. Erläuterung der wichtigsten Positionen im zahlenmäßigen Nachweis

Für die das Teilvorhaben „Erhöhung von Einsatzspektren und gesellschaftlicher Akzeptanz Urbaner Drohnen“ wurden 50.820,63 EUR eingeplant. Für die Erreichung der oben genannten Ergebnisse wurden im Projektzeitraum die folgenden Ressourcen eingesetzt und in Höhe von insgesamt 44.502,42 EUR abgerechnet:

		Summe 2019/2020	Summe lt. Zuwendungsbescheid	Diff. Plan/ Zuwendungsbesch.
0812	Beschäftigte E12-E15 / BAT IIa bis I	36.799,34 €	34.273,52 €	-2.525,82 €
0822	Beschäftigungsentgelte (SHK)	2.979,58 €	5.668,00 €	2.688,42 €
0831	Gegenstände bis zu 410 / 400 EUR	1.048,48 €	2.618,00 €	1.569,52 €
0834	Mieten und Rechnerkosten	0,00 €	600,00 €	600,00 €
0835	Vergabe von Aufträgen	0,00 €	1.000,00 €	1.000,00 €
0843	Sonstige allgem. Verwaltungsausgaben	2.092,19 €	3.442,11 €	1.349,92 €
0846	Dienstreisen	752,89 €	2.290,00 €	1.537,11 €
0850	Gegenstände und andere Investitionen von mehr als 410 / 400 EUR im Einzelfall	829,94 €	929,00 €	99,06 €
0861	Gesamtausgaben	44.502,42 €	50.820,63 €	6.318,21 €
0864	Zuwendung	0,00 €		
	Kassenbestand	6.318,21 €		

Tabelle 1 Auflistung der Ausgaben

Da die Flugfeldstudie nicht stattfinden konnte, wurden Kosten für studentische Hilfskräfte (SHK) nicht ausgeschöpft. Die Vorbereitung und Planung beider Studien, sowie die Auswertung nach Nachbereitung der quantitativen Fragebogenstudie hingegen waren aufwändiger als ursprünglich geplant. Im Rahmen des Spielraums wurden Budgetreste von studentischen Hilfskräften (SHK, siehe Position 0822) auf die Personalposition umgewidmet, um die dort entstandenen Mehraufwendungen zu finanzieren.

Wie in AP-T4 angegeben, war zur Kommunikation der Projektergebnisse ein offener, eintägiger Abschlussworkshop angesetzt. Aufgrund der Covid19-Einschränkungen konnte dieser in der geplanten Form nicht durchgeführt werden, sodass die dafür reservierten Mittel (u.a. Positionen 0834 und 0835, etc.) nicht verausgabt wurden. Insgesamt wurden 6.318,21 EUR nicht verausgabt.

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die im Projektzeitraum geleistete Arbeit deckt sich mit dem beantragten Arbeitsaufwand. Von Seiten der THI konnten die Projektziele größtenteils erreicht werden. Zwar konnte die Demonstrationsstudie auf dem Flugfeld aufgrund des technischen Defekts nicht erfolgreich abgeschlossen werden, doch waren die Vorbereitungen dafür aufwändiger als ursprünglich geplant. Die Vorbereitung des Studiendesigns war durch die gesetzlichen Sicherheitsbestimmungen sowie der Sicherheitsbestimmungen von Seiten des Projektpartners BEEappliance sehr zeitaufwändig. Die Flugszenarien mussten detailliert geplant und das technische Equipment für die Studie beschafft, teilweise gebaut und getestet werden (AP-T2, MS II.2). Darüber hinaus stellte sich die Akquise der Probanden sowie die Organisation des Transfers der Probanden von Ingolstadt zum Flugfeld als langwierig und kompliziert heraus. Die Fertigstellung des Studiendesigns für eine Flugfelddemonstration rechtfertigt den erbrachten Aufwand jedoch in jedem Fall.

4. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses (Fortschreibung des Verwertungsplanes)

Aufbauend auf bereits publizierten Studien zum Thema Akzeptanz von unbemannten Luftfahrzeugen wurden zwei Studiendesigns konzipiert (AP-T1, MS II.1), welche relevante Einflussfaktoren erfassen können. Die quantitative Fragebogenstudie wurde entwickelt, um die Einstellung der Bevölkerung insbesondere gegenüber Drohnen zu Lieferzwecken zu erfassen. Die empirische Erhebung wurde im Rahmen des Projekts erfolgreich abgeschlossen (AP-T2, MS II.2) und der Fragebogen steht zur Verfügung, um für weiteren Befragungen verwendet zu werden.

Um die Vorher- und Nachher-Einstellung von Probanden erfassen zu können, wurde außerdem eine neuartige Demonstrationsstudie konzipiert (AP-T2, MS II.2). Diese zielt speziell auf die in der Fragebogenstudie ermittelten Faktoren Lärm, Distanz, Wohlbefinden, Vertrauen zur Drohne ab. Um diese Faktoren während der Live-Demonstration angemessen erfassen zu können, ist das Studiendesign so aufgebaut, dass die Hälfte der Probandengruppe zunächst die Drohne nur hört, während die andere Hälfte der Probandengruppe die Drohne nur sieht. Nachdem das Wohlbefinden und der emotionale Zustand der Probandengruppen gemessen wurden, tauschen die Probandengruppen (within-subjects Design). Nach dem Erstkontakt mit der Drohne werden den Probanden verschiedene Flughöhen demonstriert und das Wohlbefinden, der emotionale

Zustand und das Empfinden der Lautstärke abgefragt. Abschließend werden die Probanden zur Landung der Drohne befragt. Nach der Flugdemonstration nehmen die Probanden an einer Fokusgruppendifkussion teil, in welcher qualitativ weitere Einstellungen der Probanden erfasst werden. Das Studiendesign wurde iterativ entwickelt und in mehreren Pilotstudien (mit und ohne Demonstration der Drohne) erprobt und steht zur Verfügung, um damit die Einstellung der Bevölkerung gegenüber Lieferdrohnen in der Größenordnung des Geräts unseres Projektpartners zu erfassen.

5. Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen während der Durchführung

Unserem besten Wissen und Gewissen nach konnten seit Beginn der Projektphase (Oktober 2019) weder in wissenschaftlichen Publikationsorganen, noch in Gesprächen mit Industrie- oder Wissenschaftspartnern, Projekte oder Projektideen mit ähnlicher Zielsetzung gefunden werden.

6. Geplante und erfolgte Veröffentlichungen im Rahmen des Vorhabens

Die Ergebnisse aus der quantitativen Studie liegen ausgewertet vor (AP-T3, MS II.3) und wurden unter dem Titel "What Do You Fear, Lady? Gender Differences in the Public Acceptance of Unmanned Aerial Vehicles for Supply Purposes" als wissenschaftliches Paper zum Review bei der ACM-Konferenz MobileHCI 2020 eingereicht (AP-T4, MS II.4). Die Ergebnisse der Hauptuntersuchung können aufgrund der geringen Teilnehmerzahlen (Datensätze) vor Abbruch durch technischen Defekt nicht sinnvoll ausgewertet und damit publiziert werden. Einzelne (qualitative) Aspekte werden aufbereitet und sowohl mit dem Projektpartner BEE Appliance diskutiert als auch im Rahmen eines der nächsten Konsortiumsmeetings der UAM Ingolstadt den Teilnehmern präsentiert.

III. Erfolgskontrollbericht

Siehe Anlage.

IV. Kurzfassung/Berichtsblatt

Siehe Anlage.

E. Literaturverzeichnis

- DLR. (2018). *Akzeptanz unbemannter Luftfahrzeuge*. Berlin.
- Ingolstadt, S. (2020). *Urban Air Mobility Ingolstadt*. Von <https://www.ingolstadt.de/UAM> abgerufen
- Sheldon, K. H. (2012). The balanced measure of psychological needs (BMPN) scale: An alternative domain general measure of need satisfaction. *Motiv Emot*, S. 439–451.
- Thomas Franke, C. A. (2019). A Personal Resource for Technology Interaction: Development and Validation of the Affinity for Technology Interaction (ATI) Scale. *International Journal of Human–Computer Interaction*, S. 456-467.
- VUL. (2017). *Was denken die Deutschen über unbemannte Luftfahrt?* Berlin: Verband unbemannte Luftfahrt.
- VUL. (2019). *Analyse des deutschen Drohnenmarktes*. Berlin: Verband Unbemannte Luftfahrt.

F. Anhang

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Abschlussbericht
3. Titel Verbundprojekt: Technologiedemonstration eines effizienz-optimierten Multirotorfluggerätes – BEEfficient, Teilvorhaben Technische Hochschule Ingolstadt: Erhöhung von Einsatzspektrern und gesellschaftlicher Akzeptanz Urbaner Drohnen	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Prof. Dr. Andreas Riener, Martina Schuß	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.07.2020
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation Abschlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Technische Hochschule Ingolstadt Esplanade 10 85049 Ingolstadt	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 45UAS1026A
	11. Seitenzahl
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) 10115 Berlin	13. Literaturangaben 6
	14. Tabellen -
	15. Abbildungen 5
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung Bei BEEfficient handelt es sich um Gemeinschaftsprojekt der Firma BEEappliance GmbH mit der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI). Im Teilvorhaben der THI konzentrierte sich das Projekt auf Ziele der gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Ebene. Im Projekt wurde ein zweistufiges Forschungsdesign entwickelt, um mit quantitativen und qualitativen Forschungsmethoden die gesellschaftliche Akzeptanz hinsichtlich potenzieller Einsatzformen von Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) zu erheben. Im ersten Schritt wurde eine Fragebogenstudie mit N = 258 Teilnehmern durchgeführt, die Ergebnisse ausgewertet und als wissenschaftliches Paper "What Do Your Fear, Lady? Gender Differences in the Public Acceptance of Unmanned Aerial Vehicles for Supply Purposes" zur ACM MobileHCI-Konferenz eingereicht. Aufbauend auf den Ergebnissen der Befragung wurde ein innovatives Studiendesign konzipiert und getestet, um die Einstellung von Probanden gegenüber UAVs im realen Flugfeld zu messen. Die Forschungsdesigns zielen besonders auf Faktoren ab, die im Zusammenhang mit UAVs relevant sind und können künftig für nachfolgende Projekte im Themenbereich UAV flexibel eingesetzt werden. Diese sind sowohl für den wissenschaftlichen Bereich von Interesse, als auch für Hersteller von UAVs, insbesondere um die wirtschaftliche Verwertung zu evaluieren.	
19. Schlagwörter Unmanned aerial vehicle (UAV), UAVs zu Lieferzwecken, Lastflugdrohnen, gesellschaftliche Akzeptanz von Drohnen, Realstudie.	
20. Verlag	21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title Cooperative project: Technological demonstration of an efficiency optimized multi-rotor flight aircraft – BEEfficient. Sub project Technische Hochschule Ingolstadt: Increasing the application areas and public acceptance of urban drones	
4. author(s) (family name, first name(s)) Prof. Dr. Andreas Riener, Martina Schuß, Kerstin Wachter	5. end of project 31/07/2020
	6. publication date
	7. form of publication Final Report
8. performing organization(s) (name, address) Technische Hochschule Ingolstadt Esplanade 10 85049 Ingolstadt	9. originator's report no.
	10. reference no. 45UAS1026A
	11. no. of pages
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) 10115 Berlin	13. no. of references 6
	14. no. of tables 0
	15. no. of figures 4
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	
18. abstract BEEfficient is a cooperative project between the Technische Hochschule Ingolstadt (THI) and their industrial partner BEEappliance GmbH. In the part conducted by the THI the project focused on social and scientific goals. During the project a two-fold research design has been developed to qualitatively and quantitatively measure public's acceptance of urban air vehicles (UAVs). As a first step an online survey with 258 participants was conducted and the results were analyzed und documented in the scientific paper "What Do Your Fear, Lady? Gender Differences in the Public Acceptance of Unmanned Aerial Vehicles for Supply Purposes" (submitted for review to ACM MobileHCI 2020). Building on the results of the survey an innovative study design was developed and tested to measure participant's attitude towards UAVs in the real airfield. The research designs especially target factors, that could be relevant in the context of UAVs and can be used flexibly for subsequent projects in the area of UAVs. They are interesting for the research area, as well as for UAV manufacturers, particularly for the evaluation of economical exploitation.	
19. keywords Unmanned aerial vehicles (UAVs), UAVs for delivery purposes, cargo drones, social acceptance of drones, real study	
20. publisher	21. price