

Innovative alpine Technologien
Status quo – Fallstudien – Perspektiven

Drohnen in Südtirols Bergen

Was tut sich heute in der Kompetenzregion?

Version 21/11/2018

Inhalt

Vorwort alpine.expert	4
Vorwort ENAC.....	5
Einleitung.....	6
Drohnen im alpinen Gelände	7
Das gebirgige Gelände.....	7
Rechtliche Bestimmungen.....	7
Der sichere Betrieb einer Drohne	9
Forschung und Entwicklung, Bau und Anwendung in Südtirol	10
Einsatzgebiete und Anwendungen.....	10
Forschung, Entwicklung, Bau und Herstellung.....	10
Drohnen im Klimatest	11
Drohnen retten Leben.....	12
So arbeitet alpine.expert.....	13
Methodischer Ansatz: Das macht alpine.expert	13
Produkt: Hilfe bei der Entwicklung.....	13
Community: Zusammen mehr erreichen	13
Technologiemanagement: Dienstleistung für innovative Köpfe	13
Fallstudien: Die fliegenden Roboter in Südtirol	15
Alto Drones: Fliegende Vermesser	15
Alpsvision: „Vom Hobby zum Beruf“	16
FlyingBasket: Gemüse, Obst und Käse – per Drohne auf die Alm.....	17
MAVTech: Forschung, Entwicklung und Beratung	19
Soleon: „We make your project fly“	20
UP Caeli Via: der Senkrechtstarter	21
Wörndle & Partner: Wer schwirrt da durchs Naturschutzgebiet?.....	22
PIXAIR Drone Solution: Geologie aus der Luft	23
Projekt WEQUAL: die grünen Infrastrukturen im Blick	24
SASNET: Drohnenschwarm auf Rettungskurs.....	25
Ausblick	26
Die Anpassung der Rechtslage	26
Die technischen Herausforderungen	26
Das wirtschaftliche Potenzial	27
Glossar	28

Vorwort alpine.expert

Unbemanntes Fliegen ist ein Zukunftsmarkt mit Chancen für die Südtiroler Unternehmen. Die Chancen, die das unbemannte Fliegen bietet, sind in der breiten Öffentlichkeit jedoch nicht immer präsent. Besonders bedauerlich ist dies in den Bereichen wie Naturgefahrenmanagement oder der Landwirtschaft, in denen Drohnen aus Südtirol schon heute einen direkten Nutzen für die Menschen am Berg und für die Gesellschaft insgesamt bieten. Diese Publikation zeigt, wie Drohnen schon heute das Leben der Menschen am Berg einfacher, besser und sicherer machen.

Für diesen Bericht haben wir aus der Vielzahl möglicher Technologien zum Schutz vor Naturgefahren die Drohnen zur vertieften Betrachtung ausgewählt. Drohnentechnologien sind vielseitig einsetzbar und können zu jeder Phase des Risikomanagements – von der Vorbeugung bis zur Wiederherstellung – innovative Beiträge leisten. Durch die kreative Kombination von bestehenden Lösungen und Organisationstalent im widrigen Berggebiet lässt sich so auch viel zur sozialen, ökonomischen und ökologischen Entwicklung Südtirols beitragen.

Vielseitige Lösungen sind heute gefragter denn je. Die Bedeutung von alpinen Technologien für die nachhaltige Entwicklung Südtirols und seiner Unternehmen ist unumstritten. Indem man sich auf die Förderung von Technologien und Anwendungen im öffentlichen Interesse beschränkt, verhindert man mögliche Marktverzerrungen und die Ergebnisse kommen allen zugute. Deshalb richten wir unseren Blick auf technologische Innovationen und sammeln Beispiele, die aufzeigen, wie neue Technologien zum Schutz vor Naturgefahren und zur nachhaltigen Entwicklung Südtirols und seiner Unternehmen beitragen.

Im Dialog mit unserer alpine.expert-Community haben wir entlang aller Schritte des Risikomanagement-Kreislaufs sogenannte Leuchtturmprojekte für alpine Kompetenz ausgewählt, also Beispiele für den erfolgreichen Einsatz innovativer Produkte. Ihre Bedeutung und Strahlkraft erlangen diese Projekte durch:

- 1) die wissenschaftliche Evidenz,
- 2) die Innovationskraft lokaler KMU, also kleiner und mittelständischer Unternehmen,
- 3) das organisatorische Geschick der Techniker des Zivilschutzes und
- 4) den beherzten Einsatz der vielen freiwilligen Helfer.

Im NOI Techpark in Bozen betreuen wir einerseits eine umtriebige Gruppe von Forschern und Unternehmern in der Arbeitsgruppe alpine.expert/rpas. Andererseits schaffen wir hochspezialisierte Dienstleistungen rund um unsere Infrastruktur zur Erforschung und Entwicklung der Drohnentechnologie. Das Innovationspotenzial dieser Technologie und die vorhandene Innovationskraft in Südtirol sollen alpine Experten dazu anregen, neue Ideen zum Schutz vor Naturgefahren in die Praxis umzusetzen.

Sebastian Mayrgündter

Ecosystem Sports & Alpine Safety Coordinator

Vorwort ENAC

Mit großer Faszination beobachte ich zurzeit die täglich zunehmenden Einsatzmöglichkeiten von Drohnen – besonders auch hier bei uns im ländlichen Raum bzw. in der Berglandschaft. Wurden diese nämlich ursprünglich (und immer noch) vorwiegend zur Film- und Fotoarbeit aus der Luft genutzt, kommen die kleinen unbemannten Fluggeräte nunmehr auch in der Geologie, in der Landwirtschaft, im Landschaftsschutz, in der Archäologie, in der Denkmalpflege und teilweise sogar im Zivilschutz zum Einsatz. Der Blick von oben, der sich von einer Drohne aus bietet – das Auge aus der Luft – liefert ein wertvolles und teilweise bereits unverzichtbares Hilfsmittel, wenn es beispielsweise um Felssicherungen geht, um die Erschließung neuer Kletterrouten und Wanderpfade, um die Land- und Geländevermessung, um das Aufspüren archäologisch relevanter Gegebenheiten und Gegenstände, um die Sicherung von Straßen und Brücken an ausgesetzten Stellen, um den Zustand alter Gebäude, um die Schädlingsbekämpfung und den Reifegrad von Wein und Obst und um die Personensuche – um nur einige konkrete Einsatzmöglichkeiten zu nennen.

Doch wo die Anzahl der Einsätze steigt, steigen auch die damit verbundenen Gefahren. Es vermehrt sich die Anzahl der Anfragen, Drohnen in Stadt- und Dorfzentren, bei stark befahrenen Straßen und in der Nähe des Flughafens einsetzen zu dürfen. Deshalb mehren sich auch die Meldungen von Hubschrauberpiloten, besonders von jenen der Flugrettung, Drohnen in unmittelbarer Nähe des Hubschraubers gesichtet und eine Kollision nur knapp vermieden zu haben. Zu unterstreichen gilt hierbei, dass sich solche Gefahrensituationen mit dem rechtmäßigen Einsatz von ferngesteuerten Fluggeräten grundsätzlich vermeiden ließen. Angemerkt muss jedoch auch werden, dass die technischen Möglichkeiten einer handelsüblichen Drohne, die ohne jegliche besondere Voraussetzungen oder Bescheinigungen überall erworben werden kann, deren rechtliche Möglichkeiten bei Weitem überschreiten. So kann man – allerdings ohne es zu dürfen – bequem von Berggipfel zu Berggipfel fliegen, die Aussicht im Fluge genießen und die Drohne dann wieder auf Knopfdruck alleine zum Startpunkt zurückfliegen lassen. Auch mehren sich die Beschwerden von Menschen, die sich in ihrer Privatsphäre beeinträchtigt fühlen, und von jenen, die sich in der Einsamkeit und Stille unserer Natur vom Surren der Elektromotoren und Kleinrotoren einer Drohne gestört fühlen.

Drohnen, daran besteht kein Zweifel, werden unser aller Leben in den nächsten Jahren und Jahrzehnten verändern. Damit dies eine Änderung zum Guten sein wird, sind dauernd neue, angepasste Regeln, aber auch Achtsamkeit, Respekt und Verantwortungsbewusstsein nötig.

Manfred Mussner
Leiter ENAC Bozen

Einleitung

Drohnen sind ferngesteuerte, unbemannte Flugfahrzeuge, die in den letzten Jahren mehr und mehr die Lüfte erobert haben. Diese Multirotoren sind längst nicht mehr nur Spielzeuge, die eindrucksvolle Luftbilder knipsen. Richtig programmiert, können diese fliegenden Computer beinahe jede erdenkliche Aufgabe erfüllen. Schon heute werden sie in vielen Bereichen gewerblich eingesetzt: für Filmaufnahmen, für Boden- und Hausvermessungen, in der Landwirtschaft, bei der Bergrettung oder im Zivilschutz. Sie filmen, kartographieren, liefern 3-D-Bilder und -Daten, befördern Lebensmittel oder bringen Schädlingsbekämpfungsmittel aus. Wo früher aufwendige und kostenintensive Hubschrauberflüge nötig waren, reichen heute oft die kompakten, hochentwickelten Drohnen. Sie gehören schon jetzt zu den hilfreichsten Robotern unserer Zeit und werden in Zukunft noch wichtiger werden.

Die Begeisterung für diese neue Technologie kennt auch in Südtirol keine Grenzen. Der Arbeitsgruppe *alpine.expert/rpas*, angesiedelt beim IDM Ecosystem Sport & Alpine Safety, gehören findige Tüftler und geniale Visionäre in puncto Drohnenbau und Einsatz von Flugrobotern im alpinen Gelände an. Zusammen entwickeln sie auch die notwendige Kompetenz, um die unbemannten Luftfahrzeuge erfolgreich im Management von Naturgefahren in Berggebieten einzusetzen, und arbeiten an deren Weiterentwicklung.

Das Ecosystem Sports & Alpine Safety von IDM Südtirol organisiert die *alpine.expert*-Plattform, die das Ziel hat, alpine Kompetenzen zu stärken und ihnen Sichtbarkeit zu verleihen. Das soll KMU dazu inspirieren, Innovation zu fördern und aktuelle Technologien anzuwenden. Der folgende Bericht gibt einen Überblick über die gegenwärtige Lage in Südtirol bzw. im alpinen Gelände und wirft einen Blick in die Zukunft: Welches Potenzial haben die fliegenden Roboter und wo können sie in den nächsten Jahren verstärkt eingesetzt werden?

Drohnen im alpinen Gelände

Wie und wo hierzulande Drohnen zum Einsatz kommen, wird wesentlich von geografischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten bestimmt. Südtirol liegt im Gebirge, südlich des Alpenhauptkamms. Berge, Hügel und Wälder prägen die Landschaft. Die Landwirtschaft gehört zu den traditionellen Erwerbsquellen, die Filmwirtschaft ist eine der neueren. Der gewerbliche Einsatz ziviler Drohnen in diesen beiden Sektoren hat in den letzten Jahren in Südtirol einen enormen Aufschwung erlebt. Andere Bereiche wie Umweltmonitoring, landschaftliche Vermessungen oder der Zivilschutz werden in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Dabei gilt es, über die besonderen Herausforderungen im bergigen Gelände Bescheid zu wissen, sowie auch über die rechtlichen Bestimmungen in Italien und in der Provinz Bozen.

Das gebirgige Gelände

Eine besondere Herausforderung beim gewerblichen Einsatz von Drohnen in Südtirol stellt die **größtenteils gebirgige Landschaft** dar. Einer der Knackpunkte dabei ist die gesetzliche Lage, die Sichtkontakt zwischen Pilot und Flugobjekt verlangt – das wird gerade im gebirgigen und bewaldeten Gelände schnell zum Problem. Die Multirotoren mit einem maximalen Startgewicht von bis zu 25 Kilogramm dürfen laut italienischer Gesetzgebung bis zu einer maximalen Höhe von 150 Metern fliegen und eine maximale Distanz von 500 Metern zurücklegen. Für Hobbyflieger gelten hier andere Bestimmungen: 70 Meter Höhe und 250 Meter Distanz; dafür müssen Hobbyflieger keine Ausbildung absolvieren und auch die Drohne muss nicht zertifiziert werden.

Laut den derzeitigen gesetzlichen Bestimmungen ist nur das **Fliegen in Sichtweite** erlaubt (kurz VLOS genannt: *visual line of sight*). Das heißt, der Pilot und die Drohne müssen in ständigem Sichtkontakt bleiben.

Doch nicht nur die gesetzliche Situation erschwert das Fliegen im Gebirge. Die Drohne wird über Funkkontakt geflogen, die Piloten nutzen dabei die **freie Frequenz** mit 2,4 Gigahertz, die auch WLAN-Benutzer in Anspruch nehmen. Die Funkverbindung kann durch stark bewaldete Gebiete, Hochlagen oder Schluchten beeinträchtigt werden. Auch die Wetterbedingungen müssen berücksichtigt werden: **Gewitter, Wind, Hagel, Schneefälle, niedrige Temperaturen** in hohen Lagen gehören zu den klimatischen Gegebenheiten in Südtirol.

Rechtliche Bestimmungen

„Wir stehen alle mit einem Fuß im Knast“, ahnt der Bauingenieur Thomas Fontana von [Alto Drones](#) scherzhaft mit Blick auf die rechtliche Lage in Italien. Der Gesetzgeber hinkt der Realität hinterher: Die Bestimmungen sind rigide, dazu gibt es Grauzonen zwischen Staatsgesetzen und Gesetzen auf Landesebene.

Die italienische Luftfahrtbehörde, die Genehmigungen und Zertifizierungen für Drohnenpiloten erteilt, heißt [ENAC](#), *Ente nazionale per l'aviazione civile*. Jeder Drohnenpilot, der **gewerblich** ein unbemanntes Flugobjekt mit einem Gewicht über 300 Gramm steuert, muss in Italien eine praktische und theoretische Ausbildung absolvieren. Um die zu erfüllenden Voraussetzungen für den Einsatz sowie die verschiedenen Zugangsmodalitäten zum Luftraum zu bestimmen, unterteilt man die unbemannten Luftfahrzeugsysteme **in zwei Gewichtsklassen**: Drohnen unter 25 Kilogramm und Drohnen, die 25 Kilogramm oder mehr wiegen.

a) Unbemannte Luftfahrzeugsysteme mit einer maximalen Startmasse unter 25 Kilogramm

Hinsichtlich der Flugzeuge der unteren Klasse, die für **nicht kritische Flugoperationen** eingesetzt werden, wurde eine sogenannte Selbstbescheinigung eingeführt. Sprich, für solche Operationen wird die Verantwortung dem Betreiber überlassen. Dieser muss die kritischen Aspekte und die Eignung des Flugsystems einschätzen und beispielsweise ausschließen, dass die Drohne für Menschen gefährlich sein könnte.

Dennoch bedarf es einer **Zertifizierung der Drohne von Seiten der ENAC**. Diese kann einmalig eingeholt werden und gilt dann für alle nicht kritischen Flüge. Da diese einmalige Zertifizierung einige Zeit in Anspruch nimmt, sollte sich der Drohnenpilot so früh wie möglich an die [ENAC](#) wenden.

Alle **kritisch eingestuften Flugoperationen** müssen von der italienischen Luftfahrtbehörde ENAC gesondert genehmigt werden. Als kritisch gelten beispielsweise **Flüge über bewohnte, bebaute oder stark befahrene Gebiete, Bahnhöfe, Flughäfen, industrielle Infrastrukturen, Menschengruppen oder Straßen**. Für jeden Einsatz der Drohne über ein als kritisch eingestuftes Gebiet muss eine Genehmigung der ENAC eingeholt werden. Die Erteilung dieser Genehmigung bedarf in der Regel mehrerer Wochen.

b) Unbemannte Luftfahrzeugsysteme mit einer maximalen Startmasse von 25 Kilogramm oder mehr

Für unbemannte Luftfahrzeuge mit einem Gewicht über 25 Kilogramm sind eine **Flugbescheinigung sowie eine Genehmigung des Luftfahrzeugbetreibers** vonseiten der ENAC **immer** notwendig – unabhängig davon, ob die Flugoperation als kritisch gilt oder nicht. Hier gilt nämlich die gleiche Regelung wie für traditionelle Luftfahrzeuge. Deswegen sind ein Lufttüchtigkeitszeugnis und eine Einsatzgenehmigung erforderlich.

Wiegt die Drohne inklusive Kamera mehr als 25 Kilogramm, muss die ENAC den Flug auf jeden Fall prüfen und genehmigen, sofern er über italienischem Staatsgebiet stattfindet. **Genehmigungen nicht-italienischer Behörden sind nicht zulässig**. Der Drohnenführer muss außerdem über einen **Pilotenschein** für Hubschrauber oder Flugzeug verfügen.

Nachtflüge sind seit 2017 auch ohne Sondergenehmigung der ENAC erlaubt; die Drohne muss allerdings mit entsprechenden Signalleuchten versehen sein: ein weißes Positionslicht an der Rückseite, an der linken Seite in Flugrichtung ein grünes, an der rechten Seite ein rotes Positionslicht. Es gilt wie beim Tagesflug das Fliegen mit Sichtkontakt (VLOS), allerdings eingeschränkt auf 100 Meter Entfernung.

Da sich der gewerblich gesteuerte Drohnenflug rasant weiterentwickelt, treten immer wieder neue Bestimmungen in Kraft. Sie können auf der Website der [ENAC](#) nachgelesen werden. Für **2020** ist eine **neue europäische Richtlinie** geplant, die die Gesetzgebung innerhalb der EU harmonisieren soll, sodass gewerbliche Drohnenflüge bzw. Drohnen **nicht mehr in jedem europäischen Land eigens genehmigt** und zertifiziert werden müssen.

Der sichere Betrieb einer Drohne

Die technischen und gesetzlichen Entwicklungen zum **sicheren Betrieb einer Drohne** müssen einen **unfallfreien Flugeinsatz garantieren und unerlaubte Einsätze verhindern**. Dazu bedarf es vor allem einer **behördlichen Registrierung der Drohne** zum Zurückverfolgen von Unfällen, einer **störsicheren wechselseitigen Datenkommunikation** zwischen dem Piloten und der Drohne, einer **Sicherung der Datenintegrität**, damit bei der Weiterleitung der verschlüsselten Datenpakete nichts verloren geht, und der **Wahrung der Privatsphäre** der Bevölkerung durch eine Flugeinschränkung über nicht autorisierten Gebieten. Alle Drohnenpiloten – ob Hobbyflieger oder Berufspiloten – müssen die Datenschutzbestimmungen berücksichtigen.

Weiterführende Informationen zu den rechtlichen Bestimmungen und zur technischen Sicherheit von Drohnen gibt es [hier](#).

Forschung und Entwicklung, Bau und Anwendung in Südtirol

Weltweit wird an der Weiterentwicklung der Drohnentechnologie gearbeitet, der Markt ist wegen der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten im zivilen Bereich erfolgversprechend. Ab 2010 setzte ein regelrechter Drohnenhype ein. Führend sind ein knappes Jahrzehnt später chinesische und französische Hersteller wie DJI oder Parrot. Doch auch Start-ups, die individuelle Lösungen anbieten, können sich am Markt behaupten. Spezielle Multirotoren, die auf kundenspezifische Anforderungen zugeschnitten sind, sind mehr denn je gefragt.

Im Bereich Forschung und Entwicklung spielen in Südtirol [Eurac Research](#), die [Freie Universität Bozen](#) und [das Ecosystem Sports & Alpine Safety](#) von IDM Südtirol eine große Rolle. Dazu kommen die Südtiroler Unternehmen [soleon](#) und [MAVTech](#), die sich beide auf den Bau von Drohnen mit kundenspezifischen Anwendungen spezialisiert haben. Newcomer sind [FlyingBasket](#) und [UP Caeli Via](#).

Einsatzgebiete und Anwendungen

Der Einsatz von Drohnen ist in **Marketing und Filmwirtschaft** bereits seit Jahren ein wachstumsstarker Wirtschaftsbereich. Die Positionierung des Landes Südtirol als **Filmland** durch die [Filmförderung von IDM](#) hat stark zur Entwicklung der Technologien und der Unternehmen, die in diesem Bereich arbeiten, beigetragen. Zahlreiche Unternehmen bieten inzwischen Dienste im Filmbereich an, dazu gehören auch Drohnen dienstleister mit eigens konstruierten Multikoptern und Gimbals, wie [Alpsvision](#), [Dragonfly](#), [VideoVolando](#) und [soleon](#).

Die **Agrar- und Forstwirtschaft** ist für spezialisierte Dienstleister ebenfalls interessant. Die sogenannte **Präzisionslandwirtschaft** ermöglicht es Bauern, beim Ausbringen von Saatgut und [Schädlingsbekämpfungsmitteln](#) Kosten einzusparen. Dafür werden gezielt Drohnen eingesetzt, die zum Beispiel die Bodenbeschaffenheit, die Entwicklung der Pflanzen und den Reifegrad der Früchte sowie den Schädlingsbefall messen.

Bereits durchgeführte Projekte (wie z. B. das Projekt [SMILE](#) des Technologieunternehmens MAVTech) sparten erfolgreich **Dünger** oder **Schädlingsbekämpfungsmittel** ein. Die Qualität der Ernte konnte dadurch positiv beeinflusst werden.

Die **Forstwirtschaft** bedient sich der Drohnen vor allem zur Erkundung der Geländebeschaffenheit und der Vegetation. In der Landwirtschaft konnte beispielsweise auch der Mähtod von Rehkitzen durch den Einsatz von Drohnen stark reduziert werden.

In der **Vermessungstechnik** hat der Einsatz der **Multirotoren** in den letzten Jahren sprunghaft zugenommen. Die Fotogrammetrie aus der Luft erlaubt eine zentimetergenaue Vermessung etwa von Skigebieten, Straßenkorridoren, Brücken oder Wasserfassungen im Hochgebirge. Die Südtiroler Unternehmen [Cartorender](#), [Pixair](#) und [Dragonfly](#) haben sich darauf spezialisiert. [Alto Drones](#) ist eines der ersten Unternehmen in Europa, das Vermessungen auch mittels Lidar-Technologie anbieten kann.

Forschung, Entwicklung, Bau und Herstellung

Der Vorteil der Drohnenbauer aus Südtirol ist die unmittelbare Verfügbarkeit für ihre lokalen Kunden bei Reparaturen oder Wartung. „Das ist unsere Stärke“, sagt auch Michael Überbacher von [soleon](#). „Wir beziehen unsere elektronischen Komponenten, die wir für die Multirotoren benötigen, vor allem aus Europa. Unsere Lieferanten müssen schnell und verfügbar sein.“ Der chinesische

Marktführer **DJI** bietet kostengünstige Massenartikel an, [soleon](#) und [MAVTech](#) sowie die Unternehmen [FlyingBasket](#) und [UP Caeli Via](#) haben sich auf Spezialanwendungen fokussiert und ihre Nische am Markt gefunden, vor allem in den Bereichen Landwirtschaft und Vermessung. Südtiroler Drohnenkonstrukteure wie **soleon** oder **MAVTech** bieten Lösungen vor allem für Landwirtschaft und Vermessung an: bei der Einrichtung von Hagelnetzen, zur Datenerfassung über den Zustand von Pflanzen und Böden, zur Luftüberwachung der Arbeiten auf dem Feld oder auf Baustellen, bei der Ausbringung von Schädlingsbekämpfungs- und Löschmitteln, in der Quantifizierung von Schädlings- oder Hagelschäden, in der Früherkennung von Pflanzenkrankheiten, in der Bestimmung der Vegetationsdichte und bei allgemeinen Bestandsaufnahmen. Das Start-up [FlyingBasket](#) hat sich als eines der ersten Unternehmen in Europa auf den Lastentransport von mehr als 100 Kilogramm mit Drohnen spezialisiert. Innovativ und visionär ist auch [UP Caeli Via](#), das mit neuen Technologien arbeitet – etwa mit Hybrid-Drohnen – und sich damit im Personentransport der Zukunft etabliert.

Bereits seit einigen Jahren können **Autopiloten** die Multiroboter **automatisch** steuern. Besonders beim Vermessen von Landstücken oder bei der Schädlingsbekämpfung ist diese Automatisierung von Vorteil. Der Drohnenpilot sieht dabei in Echtzeit die hochaufgelösten Bilder und überwacht den Flug. Von öffentlichem Interesse sind besonders die Einsatzmöglichkeiten der Drohnen für **den Zivilschutz und die Rettung**. Die Initiative [Drones4Safety](#), die vom [IDM Ecosystem Sports & Alpine Safety](#) im Rahmen des **Arge-Alp-Projektes EVADAR** angestoßen wurde, sah den Einsatz von professionellen Drohnenpiloten an der Seite der lokalen Rettungsorganisationen bei Einsätzen und Übungen vor. Bei der Suche nach **vermissten Personen, etwa nach Lawinenabgängen**, sind Einsätze mit spezialisierten Drohnen (mit zum Beispiel mit einer **Wärmekamera**) denkbar.

Im Rahmen des Arge-Alp-Projektes EVADAR konnte auch getestet werden, wie sich Drohnen und deren Piloten unter **extremen Witterungsbedingungen** und in **schwierigem Gelände** mit Felsen, Schluchten usw. bewähren.

Drohnen im Klimatest

Von Schneestürmen bis zur Gluthitze – Drohnen müssen auch unter extremen Wetterbedingungen fliegen können. In der Drohnentechnologie ist dieser Forschungsbereich derzeit einer der interessantesten, da es noch wenige Daten darüber gibt, wie Drohnen unter extremen klimatischen Bedingungen funktionieren.

Das Forschungsinstitut Eurac Research in Bozen betreibt im NOI Techpark den Klimasimulator [terraXcube](#), wo im Rahmen des Eurac-Research-Projektes [dronEx](#) Drohnen getestet werden. Die Drohnen fliegen dort in einer künstlichen Umgebung, in der diverse klimatische Faktoren nachgestellt werden: Wind, Hitze, Regen, Schnee, Höhenlagen usw. Die Ergebnisse helfen bei der Entwicklung neuer widerstandsfähiger und sicherer Drohnen.

Im Rahmen des **F&E-Projekts dronEx** finden schon länger Drohmentests statt. DronEx ist eine Zusammenarbeit zwischen der Gruppe alpine.expert/rpas, Eurac Research und dem IDM Ecosystem Sports & Alpine Safety. Es werden Drohneneinsätze unter künstlich simulierten und wiederreproduzierbaren Flugbedingungen geflogen, das Material und die Bestandteile können auf ihre Belastbarkeit hin getestet und bei Bedarf angepasst werden.

Die **Kältekammern des terraXcube** werden weitere interessante Daten liefern. Der Klimasimulationsraum bildet die extremsten Klimabedingungen des Planeten Erde nach. In diesen Kammern werden die Auswirkungen von Umweltbedingungen auf die Leistung von Materialien und

Produkten getestet.

Drohnen retten Leben

Eine besonders wichtige Einsatzmöglichkeit für die neue Technologie, die damit allen zugutekommt, sind Rettungseinsätze und der Katastrophenschutz. Im Rahmen des Arge-Alp-Projektes EVADAR organisierte das **IDM Ecosystem Sports & Alpine Safety** deshalb die Initiative [Drones4Safety](#). 2017 konnten Feuerwehren, die Bergrettung und alle anderen Zivilschutzorganisationen in Südtirol professionelle Drohneneinheiten bei Übungen und Einsätzen testen. Ziel der Initiative war es, eine evidenzbasierte Entscheidungsgrundlage für den Einsatz von RPAS im Notfall zu schaffen.

Zwischen Mitte April und Anfang September 2017 wurden drei erfolgreiche Drohneneinsätze durchgeführt: Am 16. Mai beteiligten sich die Piloten Michael Überbacher und Michael Schmalzl an einer **Suchaktion der Bergrettung**. Mithilfe der Drohnen wurde ein unwegsamer, steiler Hang mit hoher Steinschlaggefahr abgesucht. Niemand musste sich der Gefahr aussetzen und die Suche mit der Drohne verlief schneller als die übliche Suche zu Fuß. Die vermisste Person wurde schlussendlich an einem anderen Ort gefunden, aber die Bergrettung war sehr zufrieden mit den Erkenntnissen des Einsatzes.

Am 5. Juni begleitete der Pilot Giovanni Cretti eine **Gemeinschaftsübung der Freiwilligen Feuerwehr und des Weißen Kreuzes Schleis**. Die Drohne verfolgte die Übung aus der Vogelperspektive. Die Aufnahmen wurden zur Einsatznachbesprechung verwendet. Die Vogelperspektive machte es möglich, das Übungsgeschehen im Detail zu verfolgen. So konnten die Einsatzkräfte bei der Nachbesprechung ihr Vorgehen objektiv und genau analysieren.

Aufgrund der positiven Erfahrungen aus dem Projekt **Drones4Safety** und hinsichtlich der **absehbaren Regeländerungen auf europäischer Ebene** hat sich die Arbeitsgruppe *alpine.expert/rpas* von IDM dazu entschlossen, gemeinsam mit den lokalen Rettungsorganisationen und den Rettungsorganisationen im Alpenraum einen Vorschlag für ein Standardszenario auszuarbeiten. Dieser Vorschlag soll ein Grundmuster für Einsätze und Übungen mit Drohnenflügen beinhalten. Nach der Genehmigung des Standardszenarios durch die zuständigen Behörden soll es dazu dienen, Drohnenflüge bei Einsätzen und Übungen ohne große bürokratische Hürden zu ermöglichen. Fahrlässig und ohne Erlaubnis fliegende Drohnen sind allerdings gerade für Rettungskräfte gefährlich. Eine Drohne ist zwar gewöhnlich weit kleiner und leichter als ein Helikopter, doch wenn sie in dessen Rotoren gerät oder den Piloten behindert, kann sie für einen Absturz sorgen.

So arbeitet alpine.expert

Alpine Kompetenz soll sich nachhaltig entwickeln. So können Leben, Wirtschaften und Arbeiten in Südtirol positiv beeinflusst werden. Die Plattform alpine.expert vernetzt Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Experten auf lokaler Ebene, um Südtirols Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft voranzubringen – im Arbeitsbereich Drohnen und darüber hinaus.

Besonders wichtig ist dieser Fortschritt für den Umgang mit Naturgefahren. Ein methodisch-wissenschaftlicher Ansatz ist dabei eine Voraussetzung für die nachhaltige Entwicklung der alpinen Kompetenz. Er unterstützt das Technologiemanagement, also die geplante Organisation und Kontrolle von Entwicklung und Anwendung neuer Technik.

Methodischer Ansatz: Das macht alpine.expert

Die Community der „Alpine Experts“ untersucht die Ausgangslage und sammelt gute Beispiele für alpine Kompetenz und den Umgang mit Naturgefahren. Diese reichen vom Monitoring von Sedimenten im Suldenbach über den Gefahrenzonenplan für Klausen oder den Steinschlagschutz über Tramin bis zur Seilsperrung in der Rienz. Diese nachweislich gelungenen und innovativen Lösungen sind Leuchtturmprojekte, die den erfolgreichen Einsatz eines innovativen Produkts demonstrieren. Zugleich sind die Experten der Community eingeladen, weitere, noch bessere Beispiele zu entwickeln.

Produkt: Hilfe bei der Entwicklung

Neue Technologien im Umgang mit Naturgefahren sind meist das Ergebnis von wissenschaftlichen Erkenntnissen in kreativer Kombination mit bestehender Technologie. Da die Produkte dann meistens von öffentlichem Interesse sind, unterliegen sie strengen Vorschriften. Zur übersichtlichen Erfassung der wesentlichen Eigenschaften von neuen Produkten hat alpine.expert für Entwickler ein Formblatt zusammengestellt, das ihnen erlaubt, ihr Projekt in Bezug auf Technik, Zweck und Wirtschaftlichkeit einzuordnen.

Community: Zusammen mehr erreichen

Die Erfahrung zeigt, dass technologischer Fortschritt nur durch gute Organisation seine volle Wirkung entfaltet. Die alpine.expert-Plattform vernetzt Techniker der öffentlichen Verwaltungen, Wissenschaftler, Freiberufler, Unternehmer sowie Bergretter und Feuerwehrleute. Sie alle wollen alpine Kompetenz nutzen, um besser für die Zukunft gewappnet zu sein.

Technologiemanagement: Dienstleistung für innovative Köpfe

Technologische Innovationen können bei den „alpine.expert days“ einem Fachpublikum vorgestellt werden. Dabei werden Unternehmer und Entwickler eingeladen, ihre innovativen Produkte,

Technologien und Lösungen vorzustellen. Potenzielle Teilnehmer durchlaufen ein Coaching, das sie auf die Tagung vorbereitet. Die Veranstaltung alpine.expert days besteht aus einer Fachtagung, Roundtable-Gesprächen und dem praktischen Test ausgewählter Produkte direkt im Freien und in den Bergen. In einem partizipativen Beteiligungsprozess können sich die Unternehmen Empfehlungen zur Weiterentwicklung ihrer Technologien holen, Kontakte mit Forschern, anderen Unternehmern und Behörden knüpfen und Ideen für neue Produkte und neue Ansätze zur Problemlösungen entwickeln.

Fallstudien: Die fliegenden Roboter in Südtirol

Ob es darum geht, Schädlinge zu bekämpfen, spektakuläre Bergfilme zu drehen, verwinkelte Dachlandschaften zu vermessen oder Fotovoltaikanlagen zu überprüfen: In den letzten Jahren arbeiteten und experimentierten Südtiroler Unternehmen und Forschungsinstitute verstärkt mit Drohnen. Viele sind Teil der Arbeitsgruppe *alpine.expert/rpas*, angesiedelt beim [IDM Ecosystem Sports & Alpine Safety](#).

Hier ein Überblick über die agierenden Unternehmen sowie einige aktuelle Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Stand August 2018.

1

[Alto Drones](#): Fliegende Vermesser

Das jüngste Projekt der Südtiroler Unternehmen [Alto Drones](#), [HydroloGIS](#) und [soleon](#) sind Dienstleistungen einer **Drohne mit angebrachtem Laserscanner**.

Diplomingenieur **Thomas Fontana** von **Alto Drones** und Drohnenbauer **Michael Überbacher** von **soleon** beschäftigen sich in dem Projekt „Laserscan auf einer Drohne“ mit der Abbildung der Realität als 3-D-Modell.

Die beiden sind Pioniere in der Welt der Drohnen in Südtirol. Michael Überbacher gründete seine Firma *soleon* schon 2009 – zivile Drohnen hatten damals noch Seltenheitswert. Kurz darauf begann der Markt der Drohnen aufzublühen. Heute ist der Drohnenbauer in Südtirol eine Koryphäe in Sachen RPAS. Thomas Fontana ist eigentlich Bauingenieur mit Schwerpunkt Vermessungstechnik. Er stieg 2014 in den Drohnenmarkt ein. Seither bietet er Vermessungen mit Hilfe von UAVs an, für Skigebiete, Steinbrüche, Felswände, Flussläufe, Straßen, Stromleitungen, Stauseen, oder historische Gebäude.

Das **Kooperationsprojekt „Laserscan auf einer Drohne“** von **Alto Drones**, **soleon** und **hydroloGIS** startete 2017. Mit einem Laserscanner auf einem gebirgstauglichen Multikopter wird erstmals eine schnelle und hochdetaillierte Vermessung des alpinen Geländes möglich, unabhängig von der Vegetation. Öffentliche Körperschaften wie das Amt für Geologie, das Amt für Forstwirtschaft und die Agentur für Bevölkerungsschutz erhalten detailliertere Daten über die Beschaffenheit eines Gebietes und können so genauere Naturgefahrensimulationen durchführen. Es kann zum Beispiel die Schneemenge in Lawinenhängen bestimmt werden.

Dadurch wird eine effektivere Planung und Konstruktion von Schutzbauten möglich. Die verwendete Technologie besteht aus einem gebirgstauglichen Multikopter ausgestattet mit einem Sensor der Full-Waveform Lidar.

2

Alpsvision: „Vom Hobby zum Beruf“

Michael Schmalzl ist ein passionierter Drohnenpilot, der gemeinsam mit dem erfahrenen Kamera-Operator Alexander Fontana **professionelle Drohnenfilmaufnahmen** aus Südtirol anbietet. Im Jahr 2013, als die ersten Multirotoren auf den Markt kamen, begann eine neue Ära in diesem Sektor. Michael Schmalzl erkannte die Zeichen der Zeit und gründete im folgenden Jahr das Unternehmen **Alpsvision**. Er bietet seither Filmaufnahmen für Kino, TV und Werbung mit Multirotoren unter 25 Kilogramm an.

2015 absolvierte er seinen ersten in Italien zugelassenen Drohnerschein und spezialisierte sich als Pilot für professionelle Anwendungen. Inzwischen bemüht er sich um eine Zulassung als Drohnenpilot auch in Österreich und Deutschland.

In der heutigen Filmwelt sind Drohnen nicht mehr wegzudenken. Sie werden nicht nur für klassische weite Aufnahmen, sondern auch immer mehr für kurze Kamerafahrten eingesetzt, ähnlich wie bisher Dollies, also Kamerawagen, oder Kräne. Die Luftaufnahmen sind hochwertig, aber zugleich **kostengünstiger und umweltfreundlicher als Hubschrauberaufnahmen**. **Alpsvision** verfügt über hochwertiges und speziell für Filmaufnahmen in Bergregionen geeignetes Equipment. Dazu gehören Drohnen des Marktführers DJI, sowie des lokalen Anbieters **soleon**.

Alpsvision arbeitete bei internationalen Filmproduktionen mit, wie „Hexe Lilli rettet Weihnachten“ oder der ARD-Fernsehproduktion „Meine Oma spinnt“ (Arbeitstitel).

„Und es ginge noch mehr“, ist Alpsvision-Drohnenpilot Michael Schmalzl überzeugt, „aber derzeit geschieht es oft, dass die internationalen Filmproduktionen, die in Südtirol drehen, ihre eigenen Drohnenpiloten mitnehmen. Die wenigsten besitzen dabei eine gültige Flugerlaubnis für Italien, aber das Risiko nehmen sie in Kauf. Umgekehrt wäre es für mich interessant, Filmproduktionen auch ins Ausland zu begleiten. Aber jedes Land hat seine Regeln und in jedem europäischen Staat müsste ich einen eigenen Drohnenführerschein ablegen. Wir hoffen stark, dass es in den kommenden Jahren eine Harmonisierung innerhalb der EU geben wird.“

Neben der Arbeit im Filmsektor bietet **Alpsvision** in Zusammenarbeit mit Partnerunternehmen auch Dienstleistungen im Bereich **Landwirtschaft und Vermessung** an, wo zum Beispiel mit dem Multikopter aus dem Hause **soleon** effizient und punktgenau sogenannte Trichogramma-Kugeln als biologische Bekämpfung gegen den Maiszünsler ausgebracht werden.

3

FlyingBasket: Gemüse, Obst und Käse – per Drohne auf die Alm

Das Start-up **FlyingBasket** mit Sitz in St. Ulrich in Gröden hat sich ganz der Drohnentechnologie verschrieben und lässt „Körbe fliegen“. Die Brüder **Matthias und Moritz Moroder** sowie **Matthias Vinatzer** sind in der Entwicklung von Drohnen und ihren Elektronik- und Softwarekomponenten tätig und wollen mit ihrem jüngsten Drohnenprojekt die Alm erobern. 2018 wurde FlyingBasket für seine Arbeit mit dem ersten Euregio-Junginnovatoren-Preis ausgezeichnet.

Die Idee zu Lebensmittellieferung am Berg kam während einer Wanderung, als die Brüder Moroder einen Helikopter bei einem Lastentransport beobachteten. „Da dachten wir, das müsste doch auch mit einer größeren Drohne klappen, mit der man den Dienst flexibler anbieten könnte, was Menge und Lieferfrequenz anbelangt, und auch wesentlich kostengünstiger“, so Moritz Moroder. Die Drohnen können Dinge, die bisher nur Helikopter leisteten. „Lange Zeit hatten nur Helikopter die einzigartige Fähigkeit senkrecht zu starten und zu landen und über einen längeren Zeitraum in der Luft zu schweben. Die Vorteile unserer Multikopter liegen auf der Hand: Sie haben **geringe Anschaffungs- und Instandhaltungskosten, eine einfache Steuerung, eine kompakte Größe** und sind somit leicht transportierbar, **verbrauchen keine fossilen Brennstoffe**, stoßen keine Treibhausgase aus und **reduzieren die Lärmbelastung** enorm.“

Bereits während des Studiums des Software-Ingenieurwesens an der Freien Universität Bozen beschäftigten sich die beiden Brüder mit Drohnen. Seit 2015 **tüfteln und testen sie an verschiedenen Multikopter-Prototypen Manövrierbarkeit und stabile Flugeigenschaften**. Die ersten Tests wurden ohne zusätzliche Last und mit einem Abfluggewicht von 50 Kilogramm durchgeführt. In den darauffolgenden Tests erhöhten die Jungunternehmer die externe Last schrittweise, bis zu einer Nutzlast von 100 Kilogramm und einem **Abfluggewicht von 160 Kilogramm**. Die von FlyingBasket eingesetzte Drohne ist 2,4 mal 2,4 Meter groß und wurde von den drei Unternehmern – Matthias Vinatzer kam 2016 dazu – **eigens für den Lastentransport entwickelt**.

Der spezialisierte Multikopter startete im Herbst 2018 einige Testflüge **zu Berghütten** mit einer eigenen Genehmigung der europäischen Flugsicherheitsbehörde **EASA**, denn bei einem Fluggewicht von über 150 Kilogramm bedarf es einer europäischen Autorisierung. Für solche Drohnen gelten ähnliche Regeln wie für bemannte Flugfahrzeuge. „Wir sind das **erste Unternehmen in Europa**, das um Fluggenehmigung für Transportflüge mit Multikopterdrohnen mit einem Abfluggewicht von über 150 Kilogramm angesucht hat“, sagt Moritz Moroder. Die Jungunternehmer haben spezielle Ausbildungen für den Drohnenflug absolviert und streben eine Zertifizierung, Type Certificate genannt, seitens der **EASA** an, um den Multikopter noch umfassender und in ganz Europa einsetzen zu können.

„Europaweit gibt es noch keine klaren Regeln, wie die Ausbildung für den Drohnenflug in dieser Gewichtsklasse aussehen muss“, beklagt Moritz Moroder. Die Jungunternehmer hoffen, dass mit der neuen europäischen Richtlinie, die spätestens 2020 in Kraft treten soll, Klarheit geschaffen wird.

FlyingBasket plant ab **2019 seinen regulären Dienst aufzunehmen** und Schutzhütten mit Lebensmitteln, aber auch mit schweren Geräten beliefern zu können. Das Ziel der Jungunternehmer ist es, ein Paket an Dienstleistungen anzubieten: vom Lebensmitteleinkauf bis zur Lieferung mit dem unbemannten Fluggerät. Der Betreiber des Berggasthauses spare so Zeit und Geld und könne die Frequenz der Lebensmittellieferungen erhöhen.

Geht es nach den Unternehmern, sollen die großen **Drohnen für den Lastentransport** aus dem Hause **FlyingBasket** auch im **Zivilschutz** ihre Anwendung finden. Die Multikopter könnten für die Versorgung von Gebieten eingesetzt werden, die zum Beispiel aufgrund von Erdbeben, Lawinen, Muren oder anderen Naturkatastrophen von der Außenwelt abgeschnitten sind. Auch Bergrettungseinsätze könnten die Multikopter unterstützen. Bei Einsätzen der Bergrettung in unwegsamem Gelände ist oft ein großer Materialaufwand erforderlich. Mit 100 Kilogramm Ladekapazität könnte der Multikopter die Einsatzkräfte entlasten und in kürzester Zeit benötigtes Material vom Bereitstellungsraum im Tal zum Einsatzort am Berg bringen. Auch geologische Untersuchungen könnten erleichtert werden: Die Maximallast ist groß genug, um mit den Messinstrumenten fliegen zu können.

4

MAVTech: Forschung, Entwicklung und Beratung

Das Unternehmen **MAVTech** (kurz für Micro Aerial Vehicles Technologies) ist einer der Pioniere im Bereich der Drohnentechnologie in Italien. Schon 2005 wurde als Spin-off-Unternehmen der italienischen Universität [Politecnico di Torino](#) gegründet. Heute ist MAVTech als Technologieunternehmen im **NOI Techpark in Bozen** angesiedelt.

„Ziel des Unternehmens war es damals, Luftfahrzeuge mit festen Flügeln zu entwickeln. Drohnen mit sogenannten *fixed wings* waren damals Standard und nicht die Multirotoren, wie wir sie heute kennen“, so Gianluca Ristorto von MAVTech.

Die ersten Flugfahrzeuge setzte MAVTech im Landschaftsmonitoring ein, auf den Reisfeldern der Poebene. Nach Bozen kam das Unternehmen aus dem Piemont aufgrund des Projektes [SMILE](#), das den **Gesundheitszustand der Pflanzen** in der Landwirtschaft erhob. In Folge intensivierte MAVTech die **Entwicklung von Drohnen mit eigenen Kameras und Sensoren an Bord für den Einsatz in der Landwirtschaft** wie die [Q4E Drohne](#) oder die [Agri 1900 Drohne](#).

„Was uns interessiert und worauf wir ein Auge haben, ist die Weiterentwicklung der Sensoren“, erklärt Gianluca Ristorto. „Wir haben eine Reihe von fotografischen, multispektralen Daten in den Weinbergen rund um Meran erhoben. Wir vergleichen sie jetzt mit Daten der Bodenproben, die wir vom [Versuchszentrum Laimburg](#) erhalten haben. Wir hoffen, dass wir den Weinbauern wertvolle Zusatzinformationen über den Zustand der Reben liefern können. Das Ziel ist, die Bauern weniger Pflanzenschutzmittel ausbringen müssen und die Qualität der Weine steigt.“

MAVTech hat sich in den letzten Jahren im Rahmen der Projekte [WEQUAL](#) und [SASNET](#) auch **auf Drohnen für den Zivilschutz** und **die Bergrettung** spezialisiert.

Das Unternehmen ist heute für die Realisierung, Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Hightechkleinflugzeugen mit Instrumentierung und den damit verbundenen Stationen zuständig. Zudem hat sich MAVTech auch als **Beraterunternehmen** einen Namen gemacht. Seit 2014 ist es ein **ENAC-zertifiziertes Unternehmen** und darf Unterstützung für die Zertifizierung von Piloten für unbemannte Flugfahrzeuge anbieten. Mit den Projekten SAPR und SAPR2 ist es dem Unternehmen so auch gelungen, Methoden zur Bewertung der Schädlichkeit für den Menschen zu entwickeln, die der Risikoanalyse dienen.

5

Soleon: „We make your project fly“

„Die Leidenschaft zum Fliegen und die Begeisterung für die neue Technologie der Multikopter hat uns 2009 dazu gebracht, mit der Konstruktion von Multikoptern zu starten. Anfangs wurden die speziellen Multikopter-Konstruktionen von uns direkt für eigene Dienstleistungen verwendet. Nach wenigen Jahren haben wir aufgrund von Anfragen unserer Kunden entschieden, die Multikopter zu konstruieren, zu bauen und zu verkaufen. Wir haben erkannt, dass es da viele Möglichkeiten gibt, vor allem in der Landwirtschaft und in der Vermessung“, erzählt Michael Überbacher, der in der Branche als genialer Tüftler gilt.

Seit 2009 **entwickelt** Michael Überbacher mit seinem Vahrner Unternehmen [soleon](#) professionelle Drohnen mit einem Gesamtgewicht von bis zu 25 Kilogramm für den Einsatz im alpinen Raum, passt sie **maßgeschneidert** an die Wünsche jedes einzelnen Kunden an und verwirklicht zusammen mit seinen Partnern innovative Projekte.

Das sind beispielsweise Drohnen für die Landwirtschaft, für Vermessungen, den Zivilschutz, für die Film- und Fotoindustrie und vieles mehr. [Soleon](#) bietet spezielle Lösungen für **biologische Schädlingsbekämpfung**, so zum Beispiel gegen den Apfelwickler oder den Maiszünsler. Das Verteilsystem [soleon DisCo](#) ist für diese Anwendung bereits auf dem Wege zur Patentierung und ist inzwischen weltweit gefragt: in Europa, Usbekistan und letzthin auch in Brasilien. Außerdem konstruiert das Unternehmen Drohnen für die Vermessung mit Photogrammetrie, Laserscanning, für thermografische Überprüfungen, für den Einsatz in der Landwirtschaft und für wissenschaftliche Projekte von Universitäten und Forschungseinrichtungen. Die Drohnen aus dem Hause soleon werden also von Universitäten, Vermessungstechnikern, Landwirten, aber auch Archäologen und Künstlern angefragt.

6

UP Caeli Via: der Senkrechtstarter

In den letzten Jahren hat sich die Luftfahrt rasant verändert. Einige Unternehmen sehen die Mobilität der Zukunft in der Luft. Dazu zählt auch Gianni Baggios **UP Caeli Via** mit Sitz im NOI Techpark.

Für UP Caeli Via ist **VTOL** das Schlüsselwort.

Das Kürzel steht für *vertical take-off and landing*. Fluggeräte können mit Hilfe dieser Technologie ohne Anlauf senkrecht starten und landen. Das bezieht sich nicht nur auf Drohnen, sondern auch auf Flugzeuge. Heute arbeiten neben den etablierten Flugzeugherstellern auch zahlreiche Start-ups an den Themen Elektroflugzeuge, Senkrechtstarter und autonomes Fliegen – das „fliegende Taxi“ ist zum Greifen nah.

Das Unternehmen UP Caeli Via entwickelt eine neue **Technologieplattform**. Sie wird Ausgangspunkt sein für die zukünftige Entwicklung von kleinen und mittleren VTOL-Fluggeräten bis hin zum Bau von Ultraleichtflugzeugen. Die Fluggeräte aus dem Hause UP Caeli Via werden **in der firmeneigenen F&E-Abteilung entworfen und produziert** – je nach Anforderungen der Kunden. Mögliche Kunden sind Zivilschutz, Polizei, Rettungsorganisationen wie Bergrettung und Feuerwehr.

Dabei setzt UP Caeli Via eine neue Technologie ein, die es den Drohnen erlaubt, wesentlich weiter zu fliegen als mit den üblichen Multirotieren. Die meisten aktuellen Drohnen sind wegen der guten Manövrierbarkeit Quadkopter, die ihre Energie allein von Akkus beziehen. Dadurch können sie nur relativ kurze Zeit fliegen. Die Drohnen von UP Caeli Via sind **Hybridfahrzeuge** mit einem Verbrennungsmotor oder einer Wasserstoffzelle mit Elektromotoren, somit eine neue Art von VTOL-Drohne, die den Senkrechtstart der Drohnen und die Reichweite eines Flugzeugs vereint.

In die Zukunft strebt UP Caeli Via den Menschheitstraum schlechthin an, das bemannte autonome Fliegen, kurz PAV (*personal air vehicle*). Mit einem flexiblen und leichten Senkrechtstarter, einem „Ferrari am Himmel“, wie Gianni Baggio seinen Prototypen stolz nennt, soll dieser Traum für alle in Erfüllung gehen: 75 Prozent der Zeit könnte auf diese Weise im Vergleich mit einer Autofahrt eingespart werden. „Die Lebensqualität eines jeden einzelnen würde damit enorm steigen. Es klingt noch nach Zukunftsmusik, aber wir arbeiten daran! Ich möchte mein erstes Flugmodell, das die Größe eines Kleinautos hat, bereits 2021 bei der Air Show in Dubai vorstellen“, sagt Gianni Baggio, der UP Caeli Via zu einem der führenden VTOL Hersteller weltweit ausbauen will.

7

Wörndle & Partner: Wer schwirrt da durchs Naturschutzgebiet?

Für die Wahrung der Natur und eine nachhaltige Entwicklung des Tourismus in Südtirol soll der Einsatz der Drohnen in geschützten Gebieten eingeschränkt werden. Damit befasst sich derzeit die Arbeitsgruppe alpine.expert/rpas von IDM Südtirol. An einer sinnvollen Regelung arbeitet Michael Schmalzl vom Unternehmen Alpsvision aus Sankt Ulrich gemeinsam mit dem Rechtsanwalt Thomas Wörndle der Kanzlei Wörndle & Partner in Bozen. Die geltenden Landesgesetze könnten entsprechend intergiert werden.

Aktuell gibt es in Südtirol **noch keine Bestimmungen** betreffend die Nutzung von Drohnen in Naturschutzgebieten, sondern lediglich Regeln für die motorbetriebene Luftfahrt. In Südtirol sieht das Gesetz vor, dass motorbetriebene Luftfahrzeuge in geschützten Gebieten – ganz Südtirol gilt über 1.600 Metern Höhe als geschützt – mindestens 500 Meter über dem Untergrund fliegen müssen. Die italienische nationale Behörde für zivile Luftfahrt [ENAC](#) sieht im aktuellen Reglement über den Drohnenflug für professionell genutzte Drohnen eine Flughöhe von maximal 150 Metern vor, für Hobbydrohnen sind es 70 Meter.

Im Sinne des Naturschutzes aber auch aus touristischen Erwägungen wäre es aus der Sicht von Schmalzl und Wörndle sinnvoll, eine Unterscheidung zwischen Hobbyflug und professioneller Nutzung zu treffen und den Hobbyflug in bestimmten Naturschutzgebieten, zumindest in den Naturparks und im UNESCO-Weltnaturerbe zu untersagen.

- Denkbar wäre folgende Regelung: Fluggeräte bis 250 Gramm: keine Unterscheidung zwischen Flugzeugmodellen und Drohnen, keine Beschränkungen des Fluges im Rahmen der ENAC-Regeln, keine Mitteilungen oder Genehmigungen für den Flug in geschützten Gebieten.
- Fluggeräte über 250 Gramm und unter 25 Kilogramm: Beschränkung des Fluges auf registrierte und für professionelle Nutzung zugelassene Drohnen und auf Piloten mit Drohnenführerschein zumindest in Naturparks und im Unesco-Weltnaturerbe; Voraussetzung ist ein Sensibilisierungskurs für Naturschutz und eine Mitteilung an das Amt für Naturparke und die Forstbehörde über den Zeitraum, in dem der Flug absolviert werden soll.
- Fluggeräte von 25 Kilogramm oder mehr: Beschränkung des Fluges in allen geschützten Gebieten auf registrierte und für professionelle Nutzung zugelassene Drohnen und auf Piloten, die einen Sensibilisierungskurs für Naturschutz absolviert haben. Genehmigung durch das Amt für Naturparke, Meldung an die Abteilung für Mobilität und die Forstbehörde.

8

PIXAIR Drone Solution: Geologie aus der Luft

„Als wir 2014 starteten, experimentierten wir mit vielen verschiedenen Drohnen, Kameras und Softwarepaketen. Heute arbeite ich vorwiegend mit Südtiroler Drohnenentwicklern. Damit ist es für mich möglich, spezielle Drohnen für unsere geologischen Fragestellungen mit zu entwickeln“, erklärt Alessandro Bozzani von **Pixair**. Drohnen, Messinstrumente und Software ermöglichen heutzutage Gebietsanalysen, die vor einigen Jahren noch völlig undenkbar waren.

In Zeiten des Klimawandels und damit immenser Regenfälle und Erdbeben wird die Überwachung von Fels- und Erdwänden, Flussläufen und Seen immer wichtiger. Der Geologe Alessandro Bozzani hat Pixair 2014 als neuen Geschäftszweig der Gesellschaft Geoprobe KG gegründet. Diese arbeitet seit 2005 auf dem Gebiet der Erhebungen und unterstützenden Überwachung für Umwelt- und geologischen Studien.

„Uns interessiert die **Luftbildfotogrammetrie** und die dreidimensionale Verarbeitung der Daten. Mit der neuen Technologie der Drohnen und der Weiterentwicklung der Software hat sich für uns Geologen unglaublich viel getan“, sagt Alessandro Bozzani. Für Erhebungen zur Überwachung zum Beispiel von Gesteinsmassen musste jedes Mal jemand in den Hang klettern und sich abseilen. Teil dieser Arbeit kann heute mithilfe der Drohnen abgewickelt werden, mit denen sich unter niedrigeren Kosten und mit einem geringeren Zeitaufwand viel größere Oberflächen überwinden lassen. „Den Mensch ersetzen können die Drohnen allerdings nicht“, sagt Bozzani, „doch können wir in den Felswänden so viel zielgerichteter arbeiten.“ Durch dreidimensionale Modelle und die dauerhafte Speicherung von Daten und Dokumentationen des Zustandes einer kritischen Stelle sind außerdem Prognosen erst möglich geworden.

Die Fotogrammetrie ist für den Geologen Bozzani das Mittel der Wahl. Nicht nur Fels- und Erdwände lassen sich damit überwachen, auch für Studien zum Tunnelbau oder für die Untersuchung archäologischer Stätten kann sie eingesetzt werden. Wenn ein georeferenziertes 3-D-Modell erst einmal gemacht ist, lassen sich auf seiner Basis schnell viele verschiedene Gesichtspunkte der geologischen Gegebenheiten ausarbeiten, die für die Projektierung nützlich sind.

Alessandro Bozzani ist ein von der **ENAC** zertifizierter Drohnenpilot. Pixair arbeitet mit Drohnen von zwei bis 25 Kilogramm in festgelegten nicht kritischen Bereichen. Die Drohnen verfügen auch über die nötige Ausrüstung, die beim Einsatz in kritischen Bereichen erforderlich ist. Für diese Einsätze sucht Pixair im Vorfeld jedes Mal bei der ENAC um die vorgeschriebenen Genehmigungen an.

Seit seiner Gründung arbeitet Pixair bei verschiedenen internationalen **Forschungsprojekten** mit, wie zum Beispiel am Ufer des Lago di Bolsena in der mittelitalienischen Region Latium. Dort flog Pixair zahlreiche Einsätze im Dienste der Archäologie. Die Luftbildfotogrammetrie half den Forschern dabei, ihr Projekt zu dokumentieren. In diesem Fall waren die Drohnen hilfreich für die dreidimensionale Abbildung des überfluteten Teils der antiken etruskischen Siedlungen. Diese Abbildungen wurden durch spezifische Algorithmen, die von Pixair entwickelt und getestet wurden, möglich gemacht. Die eigens entwickelte Software kann auch für Energiegesellschaften eine wichtige Hilfe sein. Sie ermittelt nämlich Sedimentablagerungen am Grund eines Gewässers. So lassen sich zum Beispiel Seen und Staubecken auf natürliche Versandung untersuchen.

Aber auch für die **digitale Kartografie** von unwegsamem Gelände sind Drohnen mittlerweile unabdingbar. Die von Drohnen gesammelten Daten ergeben ein viel detaillierteres Modell von Landschaften und Höhenunterschieden als alles bisher Machbare. Pixair hat dafür eine Anwendung entwickelt, die das Terrain korrekt abbildet – unabhängig von der Vegetation, solange die nicht allzu dicht ist.

9

Projekt WEQUAL: die grünen Infrastrukturen im Blick

Wasser ist eines der wichtigsten Güter, Lebensgrundlage für uns Menschen und für die Ökosysteme. Das Projekt **WEQUAL** (kurz für WEb service center for a QUALity, multi-dimensional design and remote-sensing monitoring of Green Infrastructures) hat deshalb das **Monitoring der Flusssysteme** im Visier. Über eine Webplattform mit integriertem Geoinformationssystem (GIS) sollen Techniker und Verwalter den Zustand der grünen Infrastrukturen beurteilen können. Das **Umweltmonitoring erledigen Drohnen**.

Die Daten für die Beurteilung werden sowohl mit traditionellen Methoden ermittelt als auch mithilfe von auf Drohnen montierten Hightech-Sensoren. Die Drohnen machen fotografische Flugaufnahmen und optische Abstandsmessungen über einen Lidar-Sensor und Aufnahmen der von der Erdoberfläche reflektierten Energie auf den verschiedenen Wellenlängen im elektromagnetischen Spektrum.

Derzeit befindet sich die Webplattform noch im Aufbau; sie soll im Sommer 2019 online gehen. Es werden bereits Daten für die Etsch bei Algund, die Passer bei Schenna sowie die Töll bei Partschins ermittelt.

Die vom Projekt WEQUAL erhobenen Daten können auch dabei helfen, zukünftig Umweltmaßnahmen für Flusssysteme zu entwickeln. Die Nutznießer der Onlinedatenbank sind Ingenieure, Ökologen, Geologen und Verwalter öffentlicher Ämter, die mit dem Monitoring von Flusssystemen und dem Landschaftsschutz betraut sind. Das Projekt WEQUAL wird durchgeführt von der [Freien Universität Bozen](#), dem [Maccaferri Innovation Center](#), [MAVTech](#) und [Naturstudio](#). 2018 erreichte Nadia Zorzi vom Maccaferri Innovation Center für ihre Arbeit den dritten Platz beim Euregio-Junginnovatoren-Preis.

10

SASNET: Drohnenschwarm auf Rettungskurs

Mehr erreichen in kürzester Zeit – das ist das erklärte Ziel des F&E-Projektes **SASNET** der Unternehmen **Digital Lightning** und **MAVTech** in Zusammenarbeit mit den Rettungsorganisationen Weißes Kreuz, Aiut Alpin Dolomites sowie Carabinieri und Zivilschutz.

SASNET steht für SAprSwarmNETwork. Das ist ein Drohnenschwarm von etwa vier bis fünf Einheiten mit eigenen mobilen oder fixen Ladestationen. Die Drohnen sind durch ein Wi-Fi-Mesh-Netzwerk verbunden, das heißt, mehrere Geräte tauschen Daten aus. Das Kommunikationsnetz der Drohnen bleibt so auch in Zonen mit schlechter Funkverbindung aufrecht, weil sich die Drohnen mit dem Netzwerknoten verbinden, der das stärkste Signal sendet. Mit diesem **intelligenten**

Drohnenschwarm für alpine Einsätze könnten unbemannte Flugfahrzeuge potenzielle Risiken effizienter und früher erkennen, länger in der Luft bleiben und sich auch weiter fortbewegen. Nützlich ist der Drohnenschwarm zum Beispiel bei Touristenansammlungen am Berg, während Radveranstaltungen, an Seen und bei der Überwachung von Industriegeländen. Der Einsatz der intelligenten Drohnenschwärme kann auch bei Rettungseinsätzen von Vorteil sein, er erleichtert die Suche nach vermissten und abgängigen Personen im unwegsamen Gelände und gibt Übersicht bei Notfällen am Berg. Ziel ist es auch, die Dauer eines Rettungseinsatzes drastisch zu verringern.

Die Technologieunternehmen **Digital Lightning** und **MAVTech**, beide im **NOI Techpark in Bozen** angesiedelt, entwickeln mit SASNET ein System, das einen Drohnenschwarm synchron steuern kann und semiautonom mit einem Supervisor funktioniert. „Wir hoffen, Anfang 2019 die ersten Demonstrationsflüge gemeinsam mit dem Weißen Kreuz starten zu können. In der Entwicklungsphase war der Energiekonsum der Drohnen ein Knackpunkt – wie auch das Gewicht. Wir konnten jedoch für die fünf Drohnen des geplanten Schwarms Energiekonsum und Gewicht optimieren“, so Riccardo Tallon von **Digital Lightning**.

Digital Lightning, mit Sitz in Padova und Bozen, hat sich in seinen Produktentwicklungen ganz der Smart City verschrieben, also der intelligenten Vernetzung von Dingen wie Beleuchtungen und Verkehrsüberwachung im öffentlichen Leben und solchen wie Ladestationen und Hotspots im privaten. Digital Lightning entwickelt Anwendungen zum Energiesparen, für die Sicherheit und den flüssigen Straßenverkehr. Im Projekt **SASNET** entwickelt Digital Lightning die **Wi-Fi-Mesh-Applikation** für Drohnenschwärme und stellt **Prototypen von Ladestationen** her. Die Ladestationen sind Plattformen, die mobil – zum Beispiel auf einem Autodach – oder fix sein können – etwa beim längerfristigen Überwachen von Gebieten mit Risikofaktor, wie sensible Landschaften oder Industriegelände. Der Batteriewechsel der Drohnen erfolgt automatisch und in wenigen Minuten. **Dank Wi-Fi Mesh und Ladestation kann der unbemannte Drohnenschwarm längere und weitere Einsätze fliegen.**

Das Unternehmen **MAVTech** übernimmt im Projekt SASNET die Projektierung und Prototypisierung der Drohnen. MAVTech wurde als Spin-off der Universität **Politecnico di Torino** gegründet und ist heute im **NOI Techpark** angesiedelt. Das Unternehmen ist für die Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Hightechkleinflugzeugen mit Instrumentierung und die damit verbundenen Stationen zuständig.

Ausblick

Der Drohnenmarkt boomt – im Freizeitsektor wie im gewerblichen. Ginge es nach den Herstellern und Dienstleistern, dann gäbe es für das autonome Fliegen keine Grenzen. Doch welchen Herausforderungen muss sich die Technologie stellen, wo liegt das wirtschaftliche Potenzial und welche denkbaren weiteren Anwendungen, zum Beispiel in der zivilen Mobilität, gibt es?

Die Anpassung der Rechtslage

Die größte Herausforderung liegt heute in der **Einbindung der Drohnen in den nationalen und internationalen Flugverkehr**. Jedes einzelne Mitgliedsland der EU wendet bereits ein eigenes Reglement an. Die Harmonisierung dieser recht unterschiedlichen rechtlichen Vorgaben ist eine der Herausforderungen für die nächste Zeit.

Aus den ersten Entwürfen für ein EU-weites Reglement geht bereits hervor, dass vor allem für den **Zivilschutz eine praxismgerechte Regelung zum Einsatz von Drohnen** gefunden werden muss. Bei Drohnenflügen für Rettung oder Zivilschutz führen die Piloten immer einen so genannten **kritischen Einsatz** durch. Das heißt, es müssen oft dicht bevölkerte Gebiete überflogen werden, der Pilot muss die Drohne auch außerhalb Sichtweite steuern und möglicherweise mit Fluggerät und transportiertem Material schwer zugängliche Gebiete überfliegen. Denkbar sind Einsätze in **steilen Berghängen oder bei Nebel und widrigen Witterungsbedingungen**.

Der Vorschlag für die neue EU-Regelung enthält die Möglichkeit, anhand eines **Standardszenarios** Zivilschutzsinsätze zu definieren und die zeitaufwendigen Schritte zur Genehmigung eines kritischen Einsatzes im Vorhinein abzuwickeln. So ist der Einsatz rechtlich abgesichert.

Die **Arbeitsgruppe alpine.expert/rpas von IDM Südtirol ist im Rahmen des Arge-Alp-Projekts EVADAR** in diesem Bereich sehr aktiv und erarbeitet gemeinsam mit den lokalen und den transnationalen Rettungsorganisationen in den Alpen konkrete Vorschläge. Die **derzeitigen Bestimmungen und vorhandenen Standardszenarien der ENAC** finden sich unter diesem [Link](#).

Die technischen Herausforderungen

Nachdem die **Drohne in ihrer Grundform** in den letzten Jahren immer mehr perfektioniert wurde, konzentriert sich die augenblickliche Entwicklung auf die Schaffung **einheitlicher Industrie- und Produktsicherheitsstandards für die Drohnenrüstung**.

Dank der flächendeckenden Einführung der **4G- bzw. 5G-Mobilnetzwerke** beschleunigt sich der **Datenabgleich** zwischen Pilot und Drohne. Dieser möglichst **fehlerfreie Abgleich der Daten** ermöglicht die präzisere Steuerung der Drohne und eröffnet die Möglichkeit für Flüge, die **teilweise außerhalb der Sichtweite des Piloten** stattfinden.

Auch Schritte in Richtung **kompletter Automatisierung des Flugbetriebs** können mit der neuen Mobilfunktechnologie gesetzt werden. Die bestehenden Sicherheitstechnologien wie **Hindernisdetektion, Geofencing (also automatische Grenzen), Wetterdetektion und Autopilot zum sicheren Landen** werden durch die Fortschritte in der Datenübertragung und Kommunikation in den 4G- und 5G-Netzwerken immer präziser, das Datenverlustrisiko wird beinahe ausgeschaltet. So liegen die **zukünftigen Innovationsschwerpunkte** in der Entwicklung neuer Sensorik, der Verkleinerung von Komponenten, der Weiterentwicklung von Informations- und

Kommunikationstechnologien, von Netzwerk- und Automatisierungstechniken, sowie in Flugzeugkonzepten in extremer Leichtbauweise für Langzeitmissionen.

Das wirtschaftliche Potenzial

Damit sich Drohnen weiterentwickeln können, braucht die Technologie wirtschaftliche Erfolge. Die **Präzisionslandwirtschaft** stellt einen Bereich dar, in dem Unternehmen konkret messbare wirtschaftliche Folgen für ihre Kunden feststellen können – seien es **Einsparungen** bei Saatgut und Schädlingsbekämpfungsmitteln durch die gezielte Auswertung von Drohnenflügen über den Feldern, die **Qualitätssteigerung** der Ernte oder der **Erhalt und die Schonung von Böden** und Kulturen durch geringere Schadstoffkonzentrationen und genauere Pflege der Felder.

Die **Fortbewegung** ist weltweit einer der interessantesten Bereiche, in denen die Drohnentechnologie in naher Zukunft wegweisend werden könnte. Während Drohnen heute noch von einem Piloten abhängig sind, könnten sie sich in Zukunft ohne menschliche Unterstützung bewegen: Nicht der Briefträger, die Drohne könnte in Zukunft die Post oder das Paket bringen. Auch sogenannte **Reisedrohnen** sind bereits in der Testphase: Sie finden eigenständig ihr Ziel, können in Formation fliegen, Routen planen und Hindernisse umgehen. Sie müssen intelligent agieren und autonom entscheiden.

Zentrale Bedeutung für Forschung und Entwicklung haben die **Drohnen-Erprobungszentren**. Das können aufgelassene Flughäfen oder andere größere Areale sein. Forschung und Entwicklung, technische Nachweisführung von Flugkonzepten, Flugversuche in bislang gesetzlich eingeschränkten Flugmodi sowie die Steuerung außerhalb der Sichtweite des Piloten: All dies kann in Drohnen-Erprobungszentren getestet werden.

Damit ein solches Zentrum aufgebaut und wirtschaftlich sowie sicher geführt werden kann, müssen sich verschiedene mögliche Nutzer vernetzen und zusammenarbeiten. Vom Dienstleister zum Entwickler und Hersteller, von den Pilotenausbildern bis zu den Wartungsbetrieben – sie alle können in einem Drohnen-Erprobungszentrum zusammenarbeiten. Einrichtungen von öffentlichem Interesse wie Rettungskräfte oder Zivilschutz sind ebenfalls wichtige Partner, die eingebunden werden müssen.

Glossar

alpine.expert: Eine Plattform, die Südtiroler Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Experten im Bereich alpine Kompetenz vernetzt. Geführt wird die Plattform vom Ecosystem Sports & Alpine Safety von IDM Südtirol.

Arbeitsgruppe alpine.expert/rpas: Ein Zusammenschluss von Südtiroler Forschern, Unternehmern und weiteren Stakeholdern im Bereich Drohnen, angesiedelt beim Ecosystem Sports & Alpine Safety von IDM Südtirol. Die Arbeitsgruppe vernetzt Unternehmen mit Wissenschaftlern und Experten, um die Drohnentechnologie und den Wirtschaftszweig, der darauf aufbaut, zu unterstützen.

Drohne: unbemanntes Luftfahrzeug, der Begriff bezog sich ursprünglich in erster Linie auf militärische Drohnen, hat sich jedoch auch für unbemannte Luftfahrzeuge im Allgemeinen eingebürgert.

ENAC: *Ente nazionale per l'aviazione civile*, die italienische Luftfahrtbehörde, die Genehmigungen und Zertifizierungen für Drohnenpiloten erteilt.

EVADAR: ital.: *emergenze gestite con velivoli a pilotaggio remoto in aree di difficile accesso e a rischio*, dt.: Notfälle, die in schwer zugänglichen Gebieten mit Hilfe von Drohnen bewältigt werden. Ein Arge-Alp-Projekt, das von 2015 bis 2017 das Potenzial von durch Drohnen gesammelte Daten untersuchte, um Zivil- und Bodenschutz zu unterstützen, außerdem die Bereiche Umweltschutz, Raum- und Landschaftsplanung.

fliegende Taxis: 2017 hat ein selbstfliegender Lufttaxi in Dubai seinen ersten Testflug absolviert – allerdings noch ohne Passagiere. Es ähnelt einem Helikopter und kann bis zu einer halben Stunde in der Luft bleiben. Führende Automobil- und Luftfahrtshersteller wie Boeing, Toyota und Porsche investieren in Lufttaxis.

Hybridfahrzeug: Das Hybrid-Elektrofahrzeug kombiniert einen Verbrennungsmotor mit einem Elektromotor. Hybrid-Drohnen umgehen das Problem der geringen Reichweite mit einem Verbrennungsmotor an Bord.

kritische Flugoperationen: Als kritische Flugoperationen gelten nach dem italienischen Gesetz unter anderem Flüge über bewohnte Gebiete, stark befahrene Straßen, Bahnhöfe, Flughäfen, industrielle Infrastrukturen und Menschengruppen.

Lidar: engl.: *light detection and ranging*, dt.: Nachweis und Entfernungsmessung mit Licht. Eine Methode zum Messen von Abständen und Geschwindigkeit ähnlich einem Radar, aber mithilfe von Laserstrahlen anstelle von Radiowellen.

Multirotoren: Fluggeräte, die von mehr als zwei Propellern angetrieben werden; bezieht sich hier auf unbemannte Fluggeräte, also Drohnen.

Präzisionslandwirtschaft: Der Begriff steht für die zielgenaue Bewirtschaftung einzelner Bereiche und Pflanzen innerhalb einer Anbaufläche, um zum Beispiel spezifisch auf Bodenbedingungen oder von Schädlingen befallene Pflanzen eingehen zu können.

RPAS: engl.: *remotely piloted aircraft systems*, dt.: ferngesteuertes Luftfahrtsystem. Besonders die nationalen Luftfahrtagenturen benutzen den Begriff RPAS für unbemannte Luftfahrzeuge, also Drohnen.

UAV: engl.: *unmanned aerial vehicle*, dt.: unbemanntes Luftfahrzeug. Derzeit der gebräuchlichste Begriff für Drohnen.

Umweltmonitoring: Beobachtung und Dokumentation der Umwelt unter wissenschaftlich relevanten Gesichtspunkten; ist wichtig zum Beispiel für Land- und Forstwirtschaft, Entwicklung von Bauleitplänen und Umweltschutz.

VLOS: engl.: *visual line of sight*, dt.: direkte Sichtverbindung. Laut momentanen gesetzlichen Bestimmungen ist das Fliegen von Drohnen nur erlaubt, wenn der Pilot das Flugobjekt direkt sieht.

VTOL: engl.: *vertical take-off and landing*, dt.: Senkrechtstart und -landung. Fluggeräte können mithilfe dieser Technologie ohne Landebahn starten und landen.