



Drohnen

Spezialisten in der Luft

Fliegende Wundermaschinen

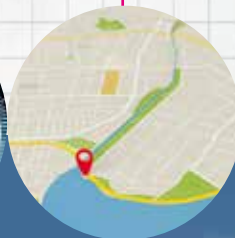
Ein Klick und schon hebt die Drohne ab, vollführt einen eleganten Bogen und surrt davon. Es steckt viel Technik dahinter, dass der Miniflieger scheinbar so mühelos in der Luft zurechtkommt. Und weil diese Technik in letzter Zeit immer kleiner und billiger wurde, besitzen heute selbst Einsteigermodelle eine ganze Menge smarter Sensoren.

Dazu gehören Gyroskop- und Beschleunigungssensoren, die ermitteln, wie die Drohne in der Luft liegt. **Höhenmesser** bestimmen die Flughöhe. Laser- und optische Sensoren messen den Abstand zu Hindernissen. Ein **Kompass** kontrolliert die Flugrichtung und die GPS-Sensoren kalkulieren aus Satellitensignalen die **genaue Position**. All diese Informationen werden an den Flight Controller weitergeleitet, das Hirn der Drohne. Aus den Sensordaten und den Befehlen, die es via Mobilfunknetz von der Fernbedienung erhält, berechnet dieses Elektronikbauteil fortwährend, wie

schnell sich jeder einzelne Rotor drehen muss, damit die Drohne stabil in die gewünschte Richtung fliegt.

Via Mobilfunk sendet die Drohnenkamera ihrerseits in Echtzeit Bilder an die Bodenstation. Dort kann der Pilot den Flugpfad auf dem Bildschirm verfolgen und die Drohne auch ohne Sichtkontakt sicher steuern. Bei autonomen Drohnen übernimmt ein Computer an Bord oder am Boden die Steuerung ganz.

Noch mehr können Drohnen mit künstlicher Intelligenz an Bord. So können zum Beispiel Hunderte von ihnen in gestaffelten Schwärmen ein Luft-Ballett aufführen, ohne sich je in die Quere zu kommen. Oder sie melden selbständig, wenn ihre smarte Kamera zum Schluss kommt, einen vermissten Menschen aufgespürt zu haben, wie die Rettungsdrohne der Rega. Dann überprüft die Drohnencrew am Boden das Bild und entscheidet, ob die Rettungsmannschaft ausrücken soll.



DROHNEN

unsere fliegenden Helfer

Drohnen sehen sich für uns die Welt von oben an. Sie überwinden an unserer Stelle Hindernisse oder dringen in entlegene Winkel. Wie viele Technologien wurden auch diese Hightech-Flieger ohne Piloten zuerst fürs Militär entwickelt. Mit Kameras an Bord spähen Aufklärungsdrohnen Feindgebiet aus, Kampfdrohnen feuern Raketen ab. Heute aber sind hauptsächlich zivile Drohnen unterwegs: Sie sind kleiner, vor allem aber viel billiger und einfacher zu bedienen. Doch dank enormen Fortschritten in der Elektronik, Sensorik und Miniaturisierung haben auch sie ganz schön was drauf.



Sucher und Retter

Mit Wärmebildkameras und anderen Hightech-Sensoren können Drohnen Menschen aufspüren und so Leben retten. Die Rega testet eine Drohne, die von selbst Personen in Not meldet. Auch Feuerwehr und Rettungskräfte setzen in brenzligen Situationen lieber Drohnen ein als Menschenleben aufs Spiel. Etwa für Suchaktionen – in Brandruinen oder Überschwemmungsgebieten.



Fliegende Inspektoren

Risse im Beton? Verrostete Stahlträger? Blitzschäden? Drohnen können Gebäude und wichtige Infrastrukturen wie Brücken, Geleise oder Kühltürme überfliegen, mit ihren Kameras aus allen möglichen Blickwinkeln untersuchen und in Echtzeit Bilder und Daten ans Kontrollzentrum übermitteln. Die Drohnenoperatoren dort entscheiden dann, ob Wartungsarbeiten nötig sind.



Auge in der Luft

Aus der Adlerperspektive sieht die Welt anders aus. Professionelle Fotografinnen und Fotografen, Filmindustrie, Werbebranche und Medien möchten auf die spektakulären, gestochen scharfen Drohnenluftaufnahmen nicht mehr verzichten.



Der Bauern bester Freund

Drohnen können Ackerland überwachen, Ernteauffälle erkennen, Pflanzenschutzmittel und Dünger austragen oder Tierbestände überwachen. Sie finden und melden mithilfe von Wärmebildkameras auch Rehkitze, die sich gerne im hohen Gras verstecken, und deshalb oft von den Mähmaschinen überfahren werden.



Räume planen

Drohnen können Gebäude und Landschaften hochpräzise vermessen. Aus diesen Daten lassen sich die Karten und 3D-Modelle erstellen, die Raumplaner und Architektinnen für ihre Arbeit brauchen (mehr dazu im Interview auf der Rückseite).



Päckli austragen

Angekündigt war es schon lang. Seit letztem Jahr testet Amazon in den USA eine Drohne, die bis zu 2 Kilo schwere Pakete ins Haus liefert. In Lugano lässt die Post Laborproben von Paketdrohnen von einem Spital ins andere bringen. Sie sind im Schnitt 45 Minuten schneller am Ziel als der Autokurier, denn stockenden Verkehr gibt es in der Luft nicht. Transportdrohnen haben deshalb das Potenzial, Innenstädte zu entlasten und ländliche Regionen besser anzubinden.



Überblick verschaffen

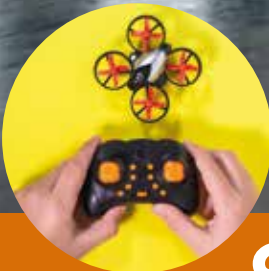
In manchen Kantonen setzt die Polizei Drohnen ein, um sich eine Übersicht über die Verkehrslage zu verschaffen oder Demos zu überwachen. Allerdings ist nicht ganz klar, ob es wirklich mit dem Datenschutz vereinbar ist, wenn Menschen ohne ihre Zustimmung gefilmt werden.





Im Interesse der Umwelt

Drohnen überwachen Naturschutzgebiete, entdecken Wilderer und beobachten Zugvögel. Auch Stürme lassen sich mithilfe von Drohnen verfolgen, ohne Menschenleben zu riskieren. In der Hurrikanforschung beispielsweise können Forschende Drohnen ins Auge des Sturms vordringen und dort wichtige Daten sammeln lassen.



Kleine Drohnen von wenigen Zentimetern (Mikrodrohnen) können rund 10 Minuten in der Luft bleiben. Grosse Militärdrohnen mehrere Stunden oder sogar Tage.



Fun und Freizeit

Drohnen können Kunststücke vollführen, Selfies aus der Luft schiessen, Freestylern hinterherfliegen und deren Jumps und Grabs festhalten. Freizeitdrohnen werden immer beliebter. Aber aufgepasst, es gibt Regeln! Mit der Drohne die Nachbarn auszuspionieren ist verboten. Und auch über Menschenmengen darf keine Drohne aufsteigen. Das wäre der Absturzgefahr wegen, viel zu gefährlich.

Wie sie fliegen

Grosse Drohnen sehen aus wie Flugzeuge ohne Cockpit. Und sie landen und starten auch so. Mit ihren starren Flügeln und ihrer aerodynamischen Nase sind sie genau wie übliche Flugzeuge dafür gebaut, möglichst wenig Energie durch Reibung zu verlieren und möglichst lange gleiten zu können. Anders die kleinen Drohnen: Sie sind meist Multikopter, das heisst, sie haben mehrere rotierende Propeller oder Rotoren, was ihnen mehr Stabilität verleiht.

zu landen und auf der Stelle zu schweben. Durch ihren symmetrischen Aufbau kann er auch ganz einfach die Flugrichtung ändern. Drehen bei einem Quadrocopter zum Beispiel die zwei vorderen Rotoren langsamer als die hinteren, dann kippt er vorne ab. Gesteuert wird ein Multikopter einzig über die Drehzahl seiner einzelnen Rotoren (plus eine Menge cleverer Elektronik, siehe AHA!)

Das am weitesten verbreitete Modell ist der Quadrocopter mit vier Rotoren. Zwei davon drehen sich im, zwei gegen den Uhrzeigersinn. So kann sich die Drohne stabil in der Luft halten. Denn würden alle Rotoren in die gleiche Richtung drehen, würde sie um ihre eigene Achse rotieren.

Weil sie so schnell und wendig sind, verbrauchen Multikopter auch viel Energie. Sie benötigen deshalb leistungsstarke Akkus und können mit derselben Energie (bei gleichem Gewicht) weniger weit fliegen als Flächenmodelle mit ihren starren Flügeln. Inzwischen gibt es aber auch Hybridmodelle, die die Vorzüge beider Formen kombinieren: Sie starten senkrecht, kippen dann die Rotoren und fliegen als Flächenflugzeug weiter. Angetrieben werden Drohnen von elektrischen Motoren. Sie sind damit weitestgehend emissionsfrei.

Die gegenläufigen Rotoren ermöglichen es einem Multikopter, senkrecht zu starten und



Landschafts- architektin & Drohnenkommandeurin

Amalia Díaz ist Landschaftsarchitektin. Zu ihrer Arbeitsausstattung gehören auch ein Smart Controller (Fernsteuerung) und eine Drohne.



Amalia Díaz Tolentino ist Landschaftsarchitektin und Projektleiterin am Institut für Landschaft und Freiraum an der Ostschweizer Fachhochschule OST

«Je mehr Daten wir haben, desto genauer wird unser digitales Geländemodell.»

Technoscope: Was macht eine Landschaftsarchitektin?

Amalia Díaz: Sie schafft Lebensräume im Freien für Menschen, Tiere und Pflanzen. Ihre Arbeit umfasst alle Aussenräume rund um Gebäudefassaden: Pärke und Plätze, Gärten und Höfe, Strassen und Gassen usw.

Und was macht sie mit diesen Lebensräumen?

Sie sollen funktional gestaltet werden und gleichzeitig attraktiv sein: In der Pandemie haben wir alle gemerkt, wie wichtig grüne Flächen und Plätze sind, auf denen man sich sowohl als Individuum als auch in der Gemeinschaft wohlfühlt. Sehr wichtig ist das Regenwassermanagement.

Das müssen Sie erklären.

Das heisst: Wohin mit dem Wasser, wenn es regnet? Sauberes Wasser ist lebenswichtig und kostbar. Aber heutzutage sind viele Flächen verbaut, so dass das Regenwasser oft gar nicht mehr versickern kann. Landschaftsarchitekten suchen nach Lösungen, damit das Wasser seinen Weg findet und der na-

türliche Wasserkreislauf wiederhergestellt wird.

Wie finden Sie diese Lösungen?

Wir versuchen mithilfe von digitalen Geländemodellierungen herauszufinden, wie das Gelände gestaltet werden müsste, damit das Wasser möglichst gut gesammelt, geleitet und in den natürlichen Wasserkreislauf zurückgeführt werden kann. Da kommt die Drohne ins Spiel. Sie erleichtert die Geländevermessung: Nicht nur sehr grosse Flächen, sondern auch Orte, die für Menschen gefährlich sind, lassen sich mit ihrer Hilfe ganz einfach und effizient vermessen.

Die Drohne liefert also die Daten, die sie für Ihr Modell brauchen.

Genau. Sie fliegt das gewünschte Gebiet ab und schießt ihre Bilder aus möglichst vielen Blickwinkeln. Mithilfe der Fotogrammetrie berechnen wir daraus die genaue räumliche Lage und die dreidimensionale Form des Geländes. Je mehr Daten wir haben, desto genauer wird unser digitales Geländemodell.

Hochgenau vermessen
Drohnen selbst grosse Gelände...



... aus den Messdaten errechnet der
Computer digitale Geländemodelle.

Fliegen Sie die Drohne selber?

Ja klar. Aber zuerst programmiere ich sie, das heisst, ich bestimme, aus welchem Winkel sie ihre Bilder aufnimmt und wie stark sich diese überlappen sollen. Und dann schicke ich sie los und steuere sie mit einer Art Joystick und kann gleichzeitig auf dem Handy die Fotos sehen, die sie aufnimmt. Das Ganze ist sehr spielerisch und macht grossen Spass.

Und was passiert dann mit diesem Modell?

Wir können es mithilfe einer speziellen Software bearbeiten und mögliche Lösungen durchspielen: Was würde passieren, wenn wir hier das Bodengefälle verstärken? Dort die Bepflanzung ändern oder neue Wege anlegen? Mit einer Virtual-Reality-Brille kön-

nen wir uns sogar selber in dieses 3D-Modell begeben und uns umsehen.

Bisher haben Raumplaner und Architekten für ihre Geländemodelle mit Flugzeugaufnahmen gearbeitet. Was ist der Vorteil der Drohnen?

Mit Drohnen ist es viel einfacher, solche Geländedaten zu erfassen. Und jeder und jede kann es machen. In der Schweiz verfügt swisstopo über aktuelle Luftbilder. Diese werden in einem Nachführungszyklus von 3 Jahren aktualisiert. Die Drohne hingegen kann man jederzeit wieder losschicken und zum Beispiel jede Etappe einer Baustelle dokumentieren und fortlaufend verfolgen, ob es irgendwo Probleme mit der Landschaftsgestaltung gibt.

Wer hat das Kommando?

Urs Känel,
Chefpilot beim
Drohnenkommando



Hobbydrohnenpilotin oder -pilot kann in der Schweiz jede und jeder werden. Auf Sicht gesteuerte Drohnen unter 30 Kilogramm brauchen auch keine Zulassung. Für militärische Drohnenpilotinnen und -piloten sieht die Sache anders aus. Knapp 100 davon hat die Schweizer Armee bisher ausgebildet. Sie fliegen keine Quadrocopter, sondern die Aufklärungsdrohne Ranger (bisher) und zukünftig die Hermes 900 HFE, mit 17 Metern Spannweite und einem maximalen Startgewicht von rund 1,6 Tonnen. Entsprechend anspruchsvoll sind die Anforderungen an diese Piloten. Nur wer bereits Offizier ist und eine Pilotenlizenz besitzt, wird zur Ausbildung zugelassen. «Wir operieren ein relativ grosses Flugzeug in einem kleinen und komplexen Luftraum – das dürfen nur ausgebildete Piloten», sagt Urs Känel, Chefpilot beim Drohnenkommando. Die Ausbildung zum militärischen Drohnenpiloten oder zur Drohnenpilotin selber dauert nur sechs Wochen. In dieser kurzen Zeit ist es nicht möglich, zusätzlich auch noch die benötigten fliegerischen Grundkenntnisse auszubilden. Deshalb sei es eine Bedingung, dass die Mehrheit der Kandidaten bereits Airline-

Piloten seien oder sonst das nötige Vorwissen mitbrächten, sagt Känel.

Die Drohnenpiloten sitzen immer zu zweit im Cockpit. So heisst der Container, in dem das Kontrollsystem untergebracht ist. Der eine ist der Pilot, der das Drohnenflugzeug sicher durch den anspruchsvollen Schweizer Luftraum steuert. Der andere ist der Nutzlastoperator, der die Sensoren der Drohne bedient. Meist ist das eine Kamera. Und er ist verantwortlich dafür, die Aufklärungsmission exakt auszuführen. Auftraggeber kann die Armee selber sein. Beispielsweise die Panzerbrigade, die sich zur Planung einer Operation mit Livebildern aus der Luft den Überblick über ein bestimmtes Gebiet verschaffen will. Oder zivile Partner wie das Grenzwachtkorps, das Hilfe bei der Überwachung der grünen Grenze braucht.

Zwei letzte interessante Punkte: Militärische Drohnenpilotin und -pilot kann man auch im Milizsystem werden, also nebenberuflich. Und für den Erwerb der nicht gerade billigen Fluglizenz gibt es die Möglichkeit finanzieller Unterstützung.



So wird man Landschaftsarchitektin

Die Umwelt planen und urbane Freiräume gestalten – in der Schweiz lernt man das beispielsweise an der **Ostschweizer Fachhochschule OST** in Rapperswil-Jona oder an der **Fachhochschule Westschweiz HES-SO** in Genf.



Weitere Informationen

<https://bit.ly/fragenzudrohnen>

https://bit.ly/drohnenpilot_operateur



Studien- und Berufswahl

Graziella Dal Maso,
Berufs-, Studien- und
Laufbahnberatung St. Gallen

Liebe Frau Dal Maso

Ich bin sehr fasziniert von Drohnen. Ich hätte später gern einen Beruf, bei dem ich an der Weiterentwicklung von Drohnen mitarbeiten könnte. Hätten Sie mir Studientipps dazu? Jules

Lieber Jules

Es ist so, dass du vor einer Spezialisierung Richtung Drohnentechnologie (Technologie der Unmanned Aerial Vehicles UAV) in einem Bachelor die nötigen Vorkenntnisse erwerben musst. Geeignete Bachelorstudiengänge sind z.B. an der ETH Zürich oder Lausanne Elektrotechnik und Informationstechnologie, Maschinenbauingenieurwissenschaften oder Informatik. Geeignet ist auch Mikrotechnik (EPFL) oder Informatik an einer Universität. Die genannten Bachelorabschlüsse ermöglichen dir die Wahl eines Masters, der dich deinem Wunschziel näherbringt. Kerngebiete, mit denen du dich beschäftigst, sind Software, Autopilot oder Sensortechnik. Mögliche Masterstudien für dich könnten folgende sein: An der ETH Zürich «Robotics, Systems and Control» oder an der EPF Lausanne «Robotics». An der EPFL gibt es auch einen Master in Mechanical Engineering, der die Möglichkeit bietet, einen Minor in Raumfahrttechnik einzubauen. Oder du er-

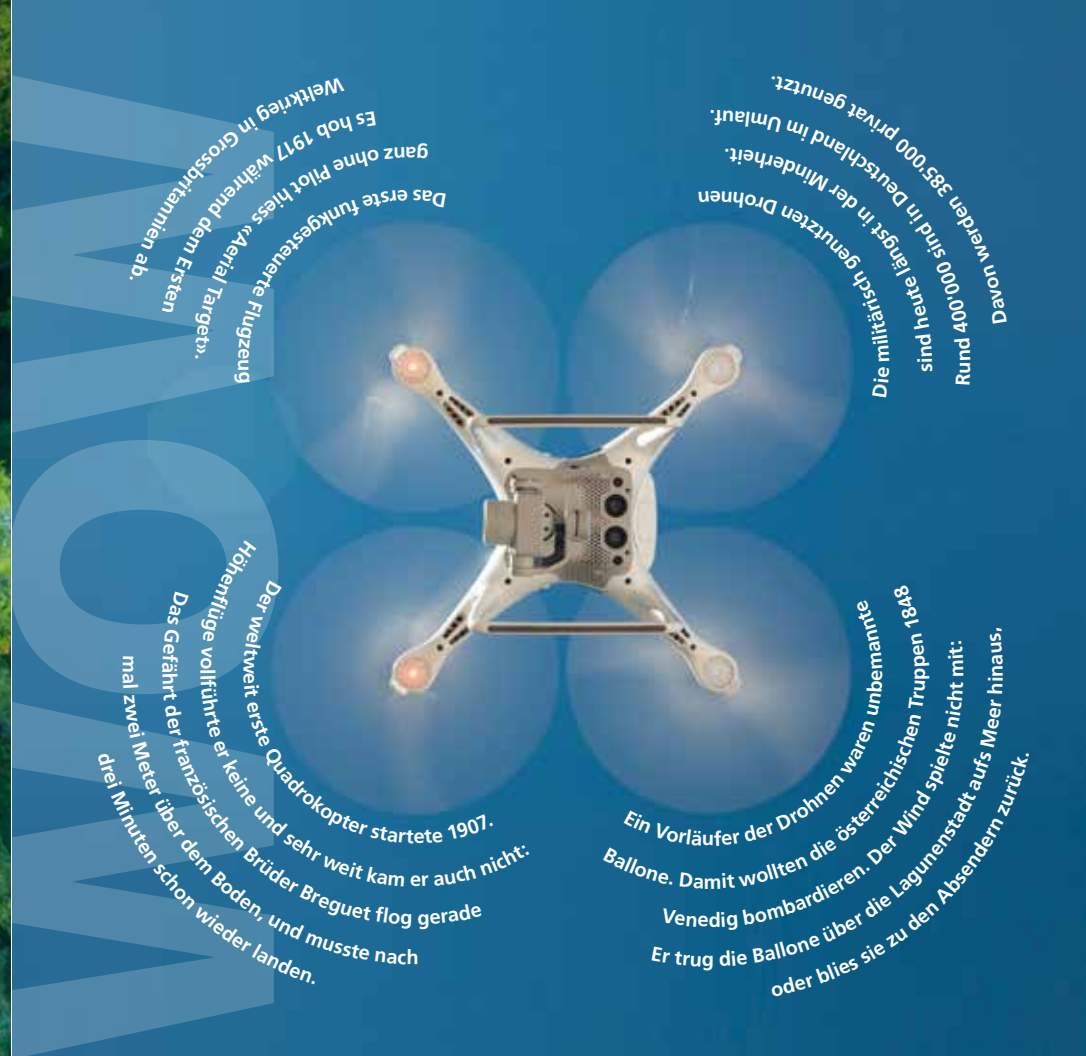
wirbst ein Doppeldiplom in Luftfahrttechnik am Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace in Toulouse oder in Fahrzeugtechnik an der Technischen Universität München

Es kann sein, dass bezüglich dieser aktuellen Technologie in der nächsten Zeit auch noch weitere Masterstudien entstehen. Grundsätzlich sind in der Drohnenentwicklung viele Spezialisten und Spezialistinnen auch mit andern Studienhintergründen involviert. Das hat damit zu tun, dass die Drohnentechnik in sehr vielen Fachgebieten Anwendung findet oder noch finden wird: Vermessung (Geomatik), Medizin, Transportwesen, Landwirtschaft u.v.m. Die Schweiz gehört international mit ihrer UAV-Forschung zu den führenden Nationen und hat viele Start-ups in diesem Bereich. Kurz: Dir stehen mit einem solchem Studium viele berufliche Einsatzgebiete offen. Macht dir die Auswahl Mühe, kann dich eine Studienberatung unterstützen.



Infos & Links

Zu den genannten Studienrichtungen findest du Informationen auf www.berufsberatung.ch sowie auf den Homepages der Hochschulen. Websites, welche dir Anwendungsgebiete und Forschung in der Schweiz zeigen, sind: [Home - Drone Industry Association Switzerland](#) und [factsheet-robotics-switzerland-s-ge-en-2020_0.pdf](#)



Videos zum Thema findest du unter www.satw.ch/technoscope

Impressum

SATW Technoscope 02/22 | April 2022 | www.satw.ch/technoscope
Konzept und Redaktion: Ester Elices | Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber |
Grafik: Andy Braun | Bilder: Adobe Stock, Rega | Titelbild: Adobe Stock | Lektorat: Ars Linguae |
Druck: Egger AG

Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zürich | technoscope@satw.ch | Tel +41 44 226 50 11
Technoscope 3/22 erscheint im August 2022 zum Thema «Technische Berufe»

satw it's all about
technology

Hast du Fragen oder Anregungen
an das Technoscope-Team?
Dann schreibe uns! technoscope@satw.ch