



«Ein Puff haben die da drin!»: «AR. Drone» vor dem Bundeshaus.

Der Spion vor deinem Fenster

Spielzeug-Drohnen sind der neue Verkaufsschlager. Sie schlüpfen durch Sicherheitslücken und dringen in die Privatsphäre ein. Doch die Forschung ist längst in andere Sphären aufgestiegen. Bald könnten Schwärme autonomer Flugroboter unser Leben verändern. *Von Urs Gehrig und Basil Stücheli (Bilder)*

Schon vor Monaten habe ich ein Auge auf ihn geworfen. Zwischen Bildschirmen und DVDs thront er im Media-Markt: ein Kamerahub-schrauber namens «AR. Drone». Die Pariser Firma Parrot bietet ihn, fertig montiert, zum Preis von 330 Franken an. Jeder Anfänger könne ihn fliegen, versichert mir ein Verkäufer, ganz einfach mit einem Smartphone. Tausende davon habe man schon in der Schweiz verkauft.

Die schlanke Drohne mit ihren vier Rotoren ist wahrlich keine Höllenmaschine wie sie US-Präsident Barack Obama über Pakistan zur Terroristenjagd einsetzt, vielmehr ein Spielzeug, mit dem man sich den Traum erfüllt, auch ohne Pilotenschein in die Luft zu gehen. Doch immerhin kann man auch mit diesem Luftroboter die Umgebung beobachten: Zwei eingebaute Kameras liefern Bilder *real time* direkt aufs Smartphone.

Eine Stunde bloss nach dem Kauf hebe ich mit dem neuen «Parrot» (Papagei) ab und fliege durch meinen Garten im Berner Dalmaziquartier. Navigiert wird auf dem Touchscreen. Die Steuerung funktioniert prompt und präzise. Wenn man das Handy loslässt, übernimmt der Autopilot und lässt die Drohne einfach in der Luft stehen, wo man sie geparkt hat.

Rechtlich fallen solche Drohnen, die zur Freizeitbeschäftigung erstanden werden, in die Kategorie der ferngesteuerten Modellflieger. Wenn sie leichter als 30 Kilogramm sind und der «Pilot» jederzeit direkten Augenkontakt zu seinem Flugobjekt hat, braucht man keine Aufstiegsgenehmigung der Behörden.

Ich schraube mich auf fünf Meter hinauf und erhalte einen Blick über die Aare. Fantastisch! Einen Moment bedaure ich, dass nicht schon Sommer ist, dann könnte ich die Liegewiese im Marzilibad abfliegen. Ein leichter

Schwenk, schon surre ich über Nachbarns Garten und schwebe vor seinem Schlafzimmerfenster. Mit den Bordkameras könnte ich ihn fotografieren und filmen und die Dokumente auf Knopfdruck direkt ins Internet stellen.

Spionagegerät für Private

Ganz nebenbei haben die Hersteller ein Spionagegerät in die Hände von Privatleuten gebracht. Das Veröffentlichen der Bilder von Personen ohne deren Einwilligung ist zwar verboten, aber die Ahndung wäre wohl mit einigen Komplikationen verbunden, besonders wenn die Identität des Drohnen-Piloten nicht bekannt ist.

Und was ist mit einem harmlosen Flugmanöver über Nachbarns Garten? Wie viel Luftraum gehört dem Grundstückbesitzer? Beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (Bazl) werde ich mit diesen Fragen an das Justizministerium

weitergeleitet, wo sie einige Unsicherheit auslösen. Man müsse die Rechtslage prüfen und werde sich wieder melden.

Die Neugier befeuert meinen Pioniergeist. Ich steige hinauf zur Bundesterrasse, wo Touristen in Scharen das Alpenpanorama bewundern. Von hier aus lässt sich die Drohne bequem den Westflügel des Bundeshauses entlang navigieren, wo die Bundesräte Burkhalter und Sommaruga ihre Büros haben. Ich schaue via Bordkamera zum Fenster rein: Stehlampe, Pult, Bundesordner, Aktenberge – «Ein Puff haben die da drin!», sagt ein Neugieriger, der mir im Vorbeigehen auf den Monitor schaut.

Mani Matters Ballade

Während mein «Papagei» die Fassade entlangsurrt, kommt mir eine Ballade von Mani Matter in den Sinn, in der er an selbiger Stelle auf dem Heimweg «ä bärtige Kärli» antrifft und sieht: «Dass sech dä dert zu nachtschlafener Zyt / am Bundeshus z schaffe macht mit Dynamit».

Es ist nicht Nacht, sondern mitten am helllichten Tag, und ich bin bloss mit einem harmlosen Spielzeug unterwegs. Doch, fährt es mir durch den Kopf, wenn jetzt Sommer wäre und ein Fenster offen stünde und meine Spielzeugdrohne am Bauch eine Ladung Sprengsatz transportierte – oder eine schmutzige Bombe...

Ein paar hundert Meter vom Bundeshaus entfernt hat US-Botschafter Donald Beyer sein Logis, der enge Freund Barack Obamas. Was der wohl gerade tut? Kaum ein Gebäude in der Stadt ist besser bewacht. Ob die Botschaft Störsender einsetzt, um sich vor ferngesteuerten Eindringlingen zu schützen?

Ich positioniere mich vis-à-vis dem Haupt-

portal auf dem Gehsteig und lasse die Rotoren warmlaufen. Kaum hat die Drohne abgehoben, stürmt eine Polizistin der Kantonspolizei aus ihrer Wachtkabine. Mit prüfendem Blick begutachtet sie den «Gefahrenherd», der vor dem Botschaftsgitter schwirrt. Nach ein paar deeskalierenden Worten und der Identitätskontrolle entspannt sich die Lage.

Angriff auf die US-Botschaft

«Was wäre, wenn wir rasch das Areal überfliegen würden?», frage ich. «Lieber nicht», erwidert sie gequält lächelnd. «Dann müsste ich unverzüglich den Notruf starten», sie deutet auf einen Knopf an ihrem Funkgerät am Gürtel. In «weniger als einer Minute» wäre Verstärkung vor Ort. Je nach Dringlichkeit der Lage könnte sogar die Sondereinheit «Enzian» ausrücken. Ist es gesetzlich überhaupt verboten, über Botschaftsgelände zu fliegen?

Das EDA, das für Botschaftseinrichtungen zuständig ist, verweist auf das Wiener Übereinkommen über diplomatische Beziehungen, wonach «es verboten ist», auf diplomatisches Territorium «einzudringen, auch mittels Drohnen». Aber ab welcher Höhe hört eigentlich das diplomatische Territorium auf? Gemäss Bundesamt für Zivilluftfahrt dürfen Flugzeuge Botschaftsgebäude in Mindestdistanz von 300 Meter überqueren. Gilt diese Einschränkung auch für Drohnen? «Nein», lautet die Antwort des Bazl. «Es gibt keinen Mindestabstand bei Botschaften.»

Und was wäre, wenn erprobte Drohnenflieger mit böser Absicht am Werk wären? Auf Youtube finden sich Hunderte Videos von atemberaubenden Drohnenpiloten. Mit fliegenden Kameras steigen sie Hochhäuserfassaden empor und rasen sie unter Brücken hin-

durch, stürzen Felswände hinab und fliegen bis zu 80 Kilometer weit.

Einer ihrer schillerndsten Vertreter ist der Wirtschaftsinformatiker Raphael Pirker alias «Trappy» aus Zürich. Sein hausgemachter Einflügler aus Schaumstoff, von einem walnussgrossen Elektromotor mit Propeller angetrieben, fliegt mit Spitzengeschwindigkeiten von 150 Kilometer pro Stunde, die Akkus erlauben rund 90 Minuten Flugzeit. Dabei schaut Pirker beim Navigieren gar nicht hinauf zu seinem Flugzeug. Seine Augen sind hinter einer verkabelten Skibrille verborgen, in die er zwei kleine Monitore eingebaut hat. Eine High-Definition-Kamera sendet ihm aus dem Cockpit scharfe Videobilder in seine Cyberbrille. Er fliegt also sozusagen mit.

Pirker Flüge mit «First Person View» (FPV) haben längst Kultstatus erreicht. Auch CNN hat über ihn berichtet, als er durch die Häuserschluchten Manhattans raste und ein paar Runden um die Freiheitsstatue drehte, was die Sicherheitskräfte in helle Aufregung versetzte. «Team Black Sheep» (Schwarzes Schaf) nennen sich Pirker und seine Mitstreiter. Der Name sei bewusst gewählt, sagte er in einem Interview. «Wir brechen Tabus. Wir stellen Regeln in Frage. Wir machen das, wovon andere Leute sagen: «Das darf man doch nicht!»

Absturz beim «Schweizer Pentagon»

Ihre Flugerlebnisse haben das Potenzial zum Massenphänomen – und drohen gerade deswegen hart mit den Gesetzen für die Nutzung des Luftraums zu kollidieren. In Pirker's Drohnen steckt neueste Technik, welche die Flieger aus mehreren Kilometer Entfernung steuerbar halten. Die Digitalfunk-Bauteile seien nicht frei verfügbar, deutet Pirker an, man



«Lieber nicht»: US-Botschaft in Bern.



Ohne Pilotenschein: Steuerung per Smartphone.



Flugunfall: Nachrichtendienst.

müsse sich auf dem Markt für Sicherheitstechnik und bei Spionageausstatten bedienen. Wer nicht mühsam selber basteln mag, kann Pirkers Modell auf dessen Website für rund 2500 Dollar bestellen. «Die Nachfrage ist riesig», sagt Pirker, er müsse mittlerweile direkt aus Hongkong versenden, um dem Ansturm nachzukommen.

Es braucht wenig Fantasie, um sich beklemmende Szenen vorzustellen: Angriffe auf Autos, Open-Air-Anlässe, Fussballstadien, öffentliche Empfänge von Staatsgästen, auf militärische Einrichtungen oder sensible Liegenschaften wie zum Beispiel das Schweizer «Pentagon». So wird im Volksmund jener Gebäudekomplex an der Papiermühlestrasse 20 unweit des Stade de Suisse in Bern genannt, wo hinter Zäunen, Barrieren und Überwachungskameras der Nachrichtendienst des Bundes einquartiert ist.

Um die Reaktion zu testen, lege ich meine harmlose Spielzeugdrohne unmittelbar vor dem Hauptportal zum Start bereit, schalte die Rotoren ein und lasse den «Parrot» auf zwei Meter Höhe ein paar kleine Flugmanöver fliegen. Fünf Minuten verstreichen, ohne dass sich jemand daran zu stören scheint. Ich schraube die Drohne auf fünf Meter Flughöhe und navigiere auf das Gebäude zu, die Kamera «blickt» jetzt Richtung Bürofenster, die immer schärfer auf dem Monitor des Smartphones erscheinen. Plötzlich beginnt die Drohne zu trudeln, ich versuche eine Notlandung, unelegant plumpst der «Papagei» auf dem Areal der Geheimdienstzentrale in den Schnee. Selbst der gegroundete Kopter scheint niemanden zu interessieren. Ich klinge am

Portal, informiere das Sicherheitspersonal über meinen Absturz und frage, ob ich das Fluggerät wieder zurückhaben könne. Ohne Nachfrage oder Kommentar wird mir geholfen. «Dankel!» – «Keine Ursache, haben Sie einen schönen Tag!»

«Intelligente» Flugroboter

«Die Armee ist sich der Gefahr, welche von sogenannten Minidrohnen ausgeht, sehr wohl bewusst und hat entsprechende Konzepte für Gegenmassnahmen», schreibt das Verteidigungsministerium (VBS) auf die Frage, wie es militärische Einrichtungen gegen Kleindrohnen schützt.

Diese Abwehrkonzepte müssen wohl bald überholt werden. In Zürich wird an der weltweit modernsten Drohnentechnik geforscht, die ohne Piloten auskommt. In der «Flying Machine Arena», einem 1000 Quadratmeter grossen Labor der ETH, führen fliegende

Roboter bereits komplexe Aufgaben ohne menschlichen Eingriff aus. Sie können aus Styroporklötzen Türme bauen, Gegenstände aus der Luft fangen, gegeneinander Tennis spielen und sogar in kleinen Gruppen zu Musik tanzen.



Verblüffende Genauigkeit: Forscher Scaramuzza in seinem Labor für künstliche Intelligenz.

Damit Drohnen akrobatische Kunststücke meistern können, entwickelt das Team unter Forschungsleiter Raffaello D'Andrea Algorithmen, die lernen und sich anpassen. So sollen Drohnen fähig werden, von selbst auf unvorhergesehene Dinge zu reagieren.

«Intelligente» Flugroboter würden ein schier grenzenloses Spektrum von Einsatzmöglichkeiten eröffnen: das Überwachen von Industrieanlagen, das Suchen nach Überlebenden bei Naturkatastrophen, das Scannen von Atomkraftwerkmauern auf Risse und gar das Reparieren derselben.

Ausserhalb der Experimentierhalle, im Freien, funktionieren die akrobatischen Manöver allerdings noch nicht, die Position der einzelnen Mikrokopter wird zentral ermittelt, zu ihrer Koordination sind in der Flugarena montierte externe Ortungskameras nötig. Bei der Navigation im Freien könnte man theoretisch auf das GPS zurückgreifen. Dies ist aber zu langsam und mit einer Abweichung von mehreren Metern viel zu unpräzise. Und in Gebäuden funktioniert das GPS nicht.

Dieser Herausforderung hat sich Davide Scaramuzza angenommen, Professor am Labor für künstliche Intelligenz an der Uni Zürich. Sein Ziel: die vollautonome Drohne mit eigenständigem Navigationssystem. Dafür stattet Scaramuzza und sein Forschungsteam ihre Fluggeräte mit industriellen USB-Kameras mit fester Brennweite aus. Die autonomen Mikrokopter schicken ihre Bilder an einen Zentralrechner, der nach Ecken und Kanten in den Bildern sucht. Dann wechseln die Mikrokopter ihre Flugposition und schicken neue Bilder. Die Software versucht daraufhin bereits bekannte Punkte in den neuen Bildern

wiederzufinden und berechnet aus der veränderten Perspektive die Positionsänderung der Kopter-Drohne. Das Navigieren ist somit eine rasend schnelle, fortlaufende Positionsberechnung des Fluggeräts.

Aus den gesammelten Bilddaten aller ausgeschwärmten Mikrokopter erstellt der Computer eine dreidimensionale Karte der Umgebung, die jede einzelne Drohne zur Orientierung nutzen kann. Solche Drohnen können auch in Strassenschluchten, Höhlen, Tunneln und Gebäuden navigieren, was mittels GPS nicht möglich ist. Und sie tun dies bereits mit verblüffender Genauigkeit.

Die Zukunft des Pizzakuriers

Eine gewisse Struktur muss die Umgebung aber auch bei diesem System aufweisen. Über Wasser verliert das Navigationssystem die Orientierung. Zudem sinkt die Genauigkeit, wenn der Mikrokopter aus Sicherheitsgründen höher fliegen muss – in hundert Meter Höhe treten Abweichungen von einem Meter auf. Ausserdem ist die Laufzeit der Batterien für längere Einsätze noch zu knapp.

Doch dies sind für Scaramuzza und sein Team bloss temporäre Hindernisse. «Unsere Idee funktioniert», sagt er. Bereits jetzt könnten seine Drohnen eine Flasche Wein transportieren, lacht er. Bald also dürften «Brief-Drohnen» fähig sein, Eilsendungen durch die Luft zu spedieren, oder Pizzakuriere, das Nachtessen via Robocopter auszuliefern.

Wie die Zukunft aussehen könnte, zeigt Matternet, eine Firma mit Sitz im Silicon Valley, Kalifornien. Auf ihrer Homepage schwirren Drohnen über die Savanne Afrikas, das Rotkreuz-Emblem auf dem Rücken. Für Gründer Andreas Raptopoulos ist das surreale

Bild alles andere als virtuelle Spielerei. Rund eine Milliarde Menschen wohnen jenseits eines ganzjährig erschlossenen Strassennetzes. Hier ist die Versorgung mit Medikamenten oder Saatgut nicht gewährleistet. Autonome Mikro-kopter könnten diese Lücken schliessen. Raptopoulos plant einen fliegenden Paketdienst.

Lebensretter aus der Luft

Sein Konzept erinnert an den Postkutschendienst in Europa oder den Pony-Express vor der industriellen Erschliessung der USA. Pakete im Matternet könnten von Station zu Station weitergereicht werden, wobei nicht wie früher Lasttiere ausgewechselt würden, sondern die Transportdrohnen, welche bis zum nächsten Einsatz die Batterie aufladen könnten. Matternet will die Erde mit einem dichten Netz von Basisstationen überziehen.

Zwei Arten von Vertriebsnetzen plant Matternet: in dicht bebauten Städten wie Los Angeles oder New York (High Dollar Applications) oder aber Dienste in Drittweltstaaten, wo die Hilfe Leben retten kann (High Impact Applications). Und Visionär Raptopoulos weiss auch bereits, wie der Service zu finanzieren ist. Die profitablen Transportdienste sollen die gesellschaftlich wichtigen Dienste ermöglichen. Auch an den Schutz der Verkehrswege hat Raptopoulos gedacht. Die Mikrokooper sollen in rund 120 Meter Höhe fliegen, damit sie nicht leichte Beute von Wegelagerern und Räubern werden.

Bereits 2015 sollen die Technik und ihre rechtlichen Grundlagen so weit sein, um ein Pilotprojekt lancieren zu können. Bis dann, so beschloss jüngst die US-Politik, muss die amerikanische Luftfahrtaufsicht die technischen und administrativen Rahmenbedingungen schaffen, um den kommerziellen Betrieb autonomer Kleinflieger in die nationale Luftsicherheit zu integrieren. Durch die juristische Pionierrolle der USA, so hofft Matternet, werde ein Mikrokooper-Boom auch in Europa ins Rollen kommen.

Derweil wartet die Forschung nicht auf die Gesetzgeber und schreitet mit Überschallgeschwindigkeit voran. Schrittmacher ist wie meistens die Rüstungsindustrie. Das US-Un-

ternehmen Aerovironment hat einen Flugroboter namens «Hummingbird» entwickelt, klein wie ein Kolibri, der sich einem Vogel gleich auf einen Ast setzen und unbemerkt Gespräche aufzeichnen könnte. Und das US-Militär präsentierte unlängst den Prototyp einer Miniaturdrohne von der Grösse einer Mücke. Roboterforscher nehmen dabei Mass an der Natur: an Fischen, Heuschrecken oder Ameisen. Roboter sollen nicht bloss als Solisten, sondern im Schwarm operieren. Dereinst könnten sie wie dressierte Insekten komplexe Aufgaben erfüllen. Zum Beispiel in einer Menschenmenge synchron verschiedene Personen oder Gruppen von Leuten verfolgen, indem sie sich aufteilen oder selbst aktiv werden.

Waffennarr mit Drohne

Wohin die «schöne neue Drohnenwelt» führen könnte, hat der Science-Fiction-Bestseller-Autor Daniel Suarez in seinem verstörenden Thriller «Kill Decision» skizziert. Dort massakrieren aus autonomen Kampfrobootern zusammengesetzte Droiden-Kollektive Politiker, Ölindustrielle, Sicherheitsleute, muslimische Pilger und Wissenschaftler en gros und entfesseln einen Weltkrieg. Dabei nutzen die Kampfdrohnen artifizielle «Sinne». Die in beweglichen Verbänden operierenden Flugroboter sehen und hören und riechen alles, von Infrarot über Ultraschall bis zum menschliche Atem, der fünfzehn verschiedene Chemikalien absondert, welche die Kampfdrohnen durch chemorezeptive Sensorik erschnuppeln und zur Zielerfassung nutzen können.

Man mag dies als abstruses Horrorszenario beiseiteschieben. Doch ein Blick auf Youtube reicht, um zu sehen, was mit der heutigen Technik möglich ist. Da präsentiert zum Beispiel ein Waffennarr mit Alias «FPSRussia» einen Quadrokooper, der einer «Parrot»-Drohne zum Verwechseln ähnlich sieht. An seinem Rumpf hat er ein Maschinengewehr befestigt, mit dem er vor laufender Kamera menschengrosse Puppen niedermäht und ein (leeres) Auto in die Luft sprengt. «Have a nice day!», ruft er zum Abschied durch den Explosionslärm. Ich gönne mir und meinem «Papagei» eine Auszeit auf dem Berner Hausberg Gurten, wo

das Fliegen niemanden stört. Auf halbem Aufstieg passiere ich das Privatdomizil von Justizministerin Simonetta Sommaruga im gehobenen Spiegel-Quartier. Gefroren liegen die Gartenbeete hinter dem Zaun, wo die Bundesrätin im Sommer Kresse pflanzt. Personenschutz ist keiner sichtbar. Es ist Sonntag, ein grauer Tag. Vielleicht sitzt Frau Sommaruga mit ihrem Mann im Wohnzimmer und konversiert über sein neues Roman-Manuskript oder spielt eine Sonate am Klavier. Ein Blick mit der Drohne könnte meine Neugier stillen. Und wahrscheinlich würde ich mich damit nicht strafbar machen. Zwar erstreckt sich gemäss Art. 667 ZGB das Grundeigentum nach oben auch auf den Luftraum, soweit für die Ausübung des Eigentums ein Interesse besteht. Und wenn ich in einigen Metern über dem Garten fliegen würde, wo «für die Ausübung des Eigentums» kaum ein Interesse besteht?

Die Rechtslage scheint konfus. «Soweit die Drohnen in Bodennähe fliegen, ist wohl davon auszugehen, dass der Eigentümer dies grundsätzlich verbieten kann, weil darin eine Eigentumsstörung zu sehen ist», heisst es in Sommarugas Justizministerium. Das Bundesamt für Zivilluftfahrt hingegen teilt mir mit: «Grundsätzlich können Sie mit einer Drohne über den Garten des Nachbarn fliegen, wenn sie dabei keine Aufnahmen machen. Allenfalls kann dann der Lärm des Geräts ein Problem darstellen.»

Die Sonntagsruhe der Bundesrätin

In der Tat könnte das Surren der Drohnen die Bundesrätin aufschrecken. Ausserdem hat sie die Sonntagsruhe verdient, finde ich, und mache mich aus dem Staub. Aber wenn an meiner statt ein «bärtiger Kärli» vor Sommarugas Gartenzaun stünde? Der prächtige Ausblick besänftigt die dunkeln Gedanken. Nichts trübt den Blick auf die Hauptstadt, die sich im friedlichen Winterschlaf ausbreitet, majestätisch mitten drin im Schneerieseln: das Bundeshaus. Vielleicht hatte Mani Matter doch recht: «S scheidt numen uf Zyt / S länge fürs z spränge paar Seck Dynamit.» – oder eine Kampf-Drohne. ○



329 CHF

Machen ihren Job glänzend.

THE SHOE PEOPLE



NAVYBOOT
SWITZERLAND