

THEMA

DROHNEN IN ZIVILER UND MILITÄRISCHER NUTZUNG

Die Drohnennutzung breitet sich aus und wird zum Gegenstand der Technikfolgenabschätzung. Welches sind voraussichtliche Pfade der weiteren Technikentwicklung? Wer sind ihre Akteure und was ist die Interessenslage? Wo liegen zukünftige Einsatzfelder und wie entwickelt sich der rechtliche Rahmen? Ein TATuP-Thema herausgegeben von Karsten Weber, Bernhard Rinke und Christian Alwardt.

Dr. Seltsam, oder wie ich lernte, die Drohne zu lieben

Ein Überblick aktueller Debatten zum Drohneneinsatz

Karsten Weber, Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung, Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Galgenbergstraße 24,
93053 Regensburg (Karsten.Weber@oth-regensburg.de),  orcid.org/0000-0001-8875-2386

Bernhard Rinke, Zentrum für Demokratie- und Friedensforschung an der Universität Osnabrück (brinke@uni-osnabrueck.de)

Christian Alwardt, Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik an der Universität Hamburg (alwardt@ifsh.de)

Drohnen werden inzwischen in vielen und sehr unterschiedlichen Kontexten verwendet. Aus dem Blickwinkel der Technikfolgenabschätzung (TA) scheint es daher sinnvoll, den Umfang der momentanen und zukünftigen Nutzung von Drohnen und daraus resultierende Implikationen näher zu beleuchten und eine Bestandsaufnahme durchzuführen. Darüber hinaus sollen die voraussichtlichen Pfade der weiteren Technikentwicklung, relevante Akteure und deren Interessenslage sowie zukünftige Anwendungspotenziale und Einsatzfelder analysiert werden.

Dr. Strangelove, or how I learned to stop worrying and love the drone
A review of current debates on drone applications

Drones are nowadays used in many and very different contexts. From the technology assessment perspective, it therefore seems reasonable to shed more light on the extent of the current and future use of drones and the resulting consequences. In addition, the expected paths of further technological development, relevant actors and their interests as well as potential future applications and fields of use should be analyzed.

Keywords: *drones, civil use, military use, technology assessment*

Militärische und zivile Nutzung von Drohnen

Die Entwicklung von Drohnen begann bereits während des Ersten Weltkriegs; mindestens seit den 1960er-Jahren sind sie fester Bestandteil militärischer Operationen und spielen seit Anfang der 2000er-Jahre eine immer größere Rolle (Rogers und Hill 2014). Die Verwendung des Drohnenbegriffes ist dabei nicht auf unbemannte Luftfahrzeuge beschränkt, für spezielle Einsätze am Boden (bspw. Kampfmittelbeseitigung) oder im bzw. unter

Wasser (z. B. Seeminenabwehr) kommen ebenfalls unbemannte Systeme zum Einsatz. Die Handlungsautonomie dieser in Aufbau und Zielsetzung teils sehr unterschiedlichen Systeme ist derzeit noch limitiert und ihre Steuerung befindet sich regelmäßig unter menschlicher Kontrolle. Angesichts der intensiven Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist jedoch zu erwarten, dass der Grad an Autonomie militärischer Systeme, die mit Robotik- und KI-Funktionen ausgestattet sein werden, ansteigt und ihre militärische Nutzung deutlich zunehmen wird.

Einerseits räumen Schlüsselstaaten wie die USA, China und Russland autonomen militärischen (Waffen-)Systemen in ihren politisch-strategischen Überlegungen sowie Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen eine zunehmend hohe Priorität ein. Andererseits wird vor den „potenziell katastrophalen Konsequenzen“ (UN-Abrüstungschefin Izumi Nakamitsu) zukünftiger autonomer Waffensysteme gewarnt. Menschenrechtsorganisationen fordern ein Verbot autonomer Waffensysteme, da sie im Widerspruch zum humanitären Völkerrecht stünden, sich mit ihrer Einführung die Gefahr von Rüstungswettläufen ergeben und die Wahrscheinlichkeit militärischer Auseinandersetzungen steigen werde.

Ethische, politische, juristische, soziale und technische Fragen, die sich in Bezug auf den Einsatz militärischer Drohnen ergeben (Boyle 2015), betreffen z. B. die Proliferation bzw. deren Vermeidung, die Dual-Use-Problematik, die Nutzung durch substaatliche Akteure, das Problem der Krisenstabilität oder die Diskussion darüber, ob Drohnen militärische Konflikte wahrscheinlicher werden lassen. Darüber hinaus sind in Hinblick auf den Einsatz militärischer Drohnen Überlegungen zu ihrer technologischen Verlässlichkeit, Beherrschbarkeit oder Nachhaltigkeit (z. B. bei „Wegwerf“-Drohnen) anzustellen.

Derzeit eingesetzte Drohnen sind in aller Regel ferngesteuert, die Autonomie beschränkt sich auf das selbständige Navigieren zu einem Zielort oder die Fluglagesteuerung. Zukünftigen Drohnen werden vielleicht nur noch spezifische Einsatzziele vorgegeben, die diese dann selbständig verfolgen. Letztlich steht zur Debatte, ob Menschen die Entscheidung des Einsatzes von Gewalt treffen (*humans in the loop*) oder diese Entschei-

dung autonom vom Waffensystem getroffen wird (*humans out of the loop*). Vor- und Zwischenstufen sind denkbar (*humans on the loop*), so dass diese ebenfalls zu identifizieren sind, da sich daraus unterschiedliche ethische und rechtliche Implikationen ergeben (Sharkey 2010). Hierauf aufbauend ist zu diskutieren, ob eine Regulierung oder Rüstungskontrolle autonomer bewaffneter Drohnen notwendig ist und wie diese umzusetzen wäre (Dickow et al. 2015).

In der Landwirtschaft finden Drohnen vor allem Anwendung bei der Kartierung landwirtschaftlicher Flächen (Broschart

Angesichts der Herausforderungen und Probleme ihres zukünftigen Einsatzes wäre zu wünschen, dass eine umfangreiche öffentliche Debatte bezüglich Drohnen beginnt.

2016) und bei Datenerhebungen zum Bodenzustand sowie zum Zustand von Pflanzenbeständen (Primicerio et al. 2012); dazu kommt die Überwachung von Herden (Favier et al. 2013). TA-relevante Fragen betreffen etwa aktuelle und zu erwartende Anwendungsmöglichkeiten in konkreten landwirtschaftlichen Produktionsverfahren, Akteure und deren Interessenlage, den Umfang der derzeitigen und zukünftigen Nutzung von Drohnen in der Landwirtschaft, voraussichtliche Pfade der weiteren Technikentwicklung, zukünftige Anwendungsfelder, Analyse und Bewertung von Anwendungspotenzialen, Forschungsbedarfe im Hinblick auf Technikentwicklung, Nutzung und Auswirkungen. Dabei sollte in den Blick genommen werden, ob Drohnen kleinräumige oder industrielle Landwirtschaftsformen unterstützen und welche Folgen die vorgenannten Anwendungen auf den Agrarsektor zeitigen. Von herausragendem Interesse sind überdies Fragen des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit (Danilov et al. 2015).

Als Transportmittel kommen Drohnen insbesondere bei der Auslieferung kleinerer Lasten infrage (Wrycza et al. 2017; Nentwich 2018). Allerdings wirft diese Nutzungsform zahlreiche rechtliche Fragen auf: Da existierende Versicherungsformen für Drohnen wohl nicht genutzt werden können, steht insbesondere die Versicherungswirtschaft vor erheblichen Herausforderungen (Großmann 2017).

Schließlich werden in der Literatur weitere zivile Einsatzzwecke, Technikfolgen jenseits des militärischen Einsatzfeldes sowie die juristische Gestaltung ziviler Nutzungen diskutiert (ein Beispiel unter vielen ist Rao et al. 2016). So erlauben Drohnen günstige Luftbildaufnahmen hoher Qualität, die für polizeiliche Zwecke genutzt werden können, aber Datenschutzfragen aufwerfen; vergleichbare Fragen stellen sich u. a. im Im-

mobilenmarkt, wenn Privatgrundstücke überflogen und fotografiert werden. Nicht zuletzt sind Drohnen ein beliebtes Spielzeug – hier sind Fragen der Luftsicherheit, der Privatsphäre oder auch des Missbrauchs von Bedeutung.

Die Beiträge dieses TATuP-Themas

In den Beiträgen des vorliegenden TATuP-Themas können selbstverständlich nicht alle angesprochenen Aspekte behandelt werden. Dessen unbenommen erlauben die hier versammelten Texte gleichwohl einen Einblick in einige relevante Anwendungs- und Problemfelder.

Susanne Benöhr-Laqueur behandelt ein aktuell umstrittenes Thema, das insbesondere in Bayern hohe Wellen geschlagen hat. Mit dem neuen bayerischen Polizeiaufgabengesetz (PAG) werden die Befugnisse der bayerischen Polizei neu geregelt, u. a. in Bezug auf den Einsatz von Drohnen. Die Autorin macht deutlich, dass die unklaren Formulierungen im PAG zu weitreichenden Konsequenzen für die Bürgerinnen und Bürger führen können; dabei wird sichtbar, dass Technikfolgenabschätzung sehr oft durch eine Rechtsfolgenabschätzung ergänzt werden sollte.

Markus Christen, Michel Guillaume, Maximilian Jablonowski, Peter Lenhart und Kurt Moll legen dar, dass in internationalen Debatten kein Konsens über die rechtliche Definition des Begriffes „Drohne“ besteht und dass eine Definition über technische Eigenschaften ungeeignet ist. Für das europäische Luftfahrtrecht schlagen sie daher eine alternative Beschreibung vor. Weiterhin gehen die Autoren auf technische Aspekte ein, die es erschweren, Drohnen in das Luftraumsystem einzubinden sowie auf die daraus erwachsenden ethischen, rechtlichen und sozialen Herausforderungen.

Jens Crueger beschreibt Chancen der Drohnennutzung für die archäologische Forschung. In Kombination mit diversen Nutzlasten könnten sie u. a. wertvolle Beiträge zur Dokumentation und bei der Erkundung von schwierigem Gelände leisten. Außerdem besitzen Drohnen das Potenzial, die Archäologie in Richtung eines minimalinvasiven Ansatzes zu verändern. Der Autor verschweigt dabei nicht die möglicherweise negativen Gefahren des Drohneneinsatzes insbesondere im Hinblick auf die unsachgemäße Nutzung durch SondengängerInnen sowie RaubgräberInnen.

Jessica Heesen, Susanne Schuster und Clemens Arzt wiederum untersuchen ethische und rechtliche Aspekte der gezielten Abwehr von Drohnen durch die Polizei. Da Drohnen nicht-intendiert abstürzen oder bewusst zum Absturz gebracht werden können, stellen sie eine Gefährdung für Menschen und Güter dar; Maßnahmen zur Abwehr müssen einer Risikoabschätzung und Güterabwägung unterzogen werden, bspw. um Verhältnismäßigkeit zu wahren. Die Autorinnen und der Autor untersuchen das Spannungsfeld unterschiedlicher moralischer und rechtlicher Ansprüche.

Bernhard Koch und Bernhard Rinke fragen in ihrem Beitrag, ob der militärische Einsatz von Kampfdrohnen gerecht-

fertigt werden kann. Im Vordergrund steht dabei die Spannung zwischen dem Schutz der jeweils eigenen und der gezielten Tötung der gegnerischen Soldatinnen und Soldaten. Die Autoren argumentieren, dass der Einsatz von bewaffneten Drohnen moralisch bedenklich sei, da der Schutz, der auf der einen Seite für die eigenen Soldatinnen und Soldaten durch den Einsatz dieser Technologie verbessert werden mag, auf der anderen Seite mit einer erhöhten Gefahr für Leib und Leben einhergeht.

Simon Schneider, Bodo Bookhagen und Paul Eschbach liefern einen Übersichtsartikel, der auf das Potenzial der Drohnenutzung in verschiedenen Forschungsfeldern eingeht. Die Autoren betonen dabei, dass die Drohnenutzung im Forschungskontext nicht in einem rechtlichen oder regulatorischen Vakuum stattfindet, sondern bspw. Luftraumbeschränkungen oder Genehmigungsgefahren ausgesetzt ist. Damit wird erneut verdeutlicht, was bereits in Susanne Benöhr-Laqueurs Beitrag sichtbar wurde: Technikfolgen können ohne Berücksichtigung des regulatorischen Rahmens nur unzureichend abgeschätzt werden.

Fazit

Vollautonome Fahrzeuge befördern zwar Insassen, aber werden nicht mehr von Menschen gesteuert – insofern teilen sie viele Charakteristika mit Drohnen. Solche Fahrzeuge und die mit ihnen potenziell einhergehenden Folgen für Individuen und Gesellschaften werden in diesem TATuP-Thema intensiv diskutiert. Angesichts der ebenso weitreichenden Konsequenzen des Drohneneinsatzes und der damit einhergehenden Herausforderungen und Probleme wäre zu wünschen, dass eine ähnlich umfangreiche öffentliche Debatte auch bezüglich Drohnen beginnt. Ansonsten könnten wir uns irgendwann in einer Situation wiederfinden, die jener ähnelt, die Stanley Kubrick in seinem Film beschreibt, auf den der Titel dieses Einführungskapitels anspielt.

Literatur

- Boyle, Michael (2015): The legal and ethical implications of drone warfare. In: *The International Journal of Human Rights* 19 (2), S. 105–126.
- Broschart, Daniel (2016): Potenziale des Drohneneinsatzes bei der räumlichen Bestandsaufnahme. In: *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik* 2, S. 518–527, http://gispoint.de/fileadmin/user_upload/paper_gis_open/AGIT_2016/537622068.pdf, zuletzt geprüft am 28.10.2018.
- Danilov, A.; Smirnov, U.; Pashkevich, M. (2015): The system of the ecological monitoring of environment which is based on the usage of UAV. In: *Russian Journal of Ecology* 46 (1), S. 14–19.
- Dickow, Marcel; Hansel, Mischa; Mutschler, Max (2015): Präventive Rüstungskontrolle. Möglichkeiten und Grenzen mit Blick auf die Digitalisierung und Automatisierung des Krieges. In: *Sicherheit und Frieden (S + F)* 33 (2), S. 67–73.
- Favier, Marc-Alexandre; Green, Richard; Linz, Andreas (2013): The potential for UAV technology to assist in sheep management in the Scottish highlands. In: *Bornimer Agrartechnische Berichte* 81, S. 209–222.
- Großmann, Henning (2017): Rechtliche und versicherungsrechtliche Probleme beim Einsatz von Drohnen. In: *Transportrecht* 40 (3), 98–105.
- Nentwich, Michael; Horváth, Delila (2018): The vision of delivery drones. In: *TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 27 (2), S. 46–52.
- Primicerio, Jacopo et al. (2012): A flexible unmanned aerial vehicle for precision agriculture. In: *Precision Agriculture* 13 (4), S. 517–523.
- Rao, Bharat; Gopi, Ashwin Goutham; Maione, Romana (2016): The societal impact of commercial drones. In: *Technology in Society* 45, 83–90.
- Rogers, Ann; Hill, John (2014): *Unmanned. Drone warfare and global security*. London: Pluto Press.
- Sharkey, Noel (2010): Saying „no!“ to lethal autonomous targeting. In: *Journal of Military Ethics* 9 (4), S. 369–383.
- Wrycza, Philipp; Rotgeri, Mathias; ten Hompel, Michael (2017): Spielzeitreduktion autonomer Drohnen für den Transport eiliger Güter durch den Einsatz automatisierter Lastaufnahmemittel im Kontext eines ganzheitlich automatisierten Gesamtsystems. In: *Logistics Journal: Proceedings*, Vol. 2017. DOI: 10.2195/lj_Proc_wrycza_de_201710_01.



PROF. DR. PHIL. HABIL. KARSTEN WEBER

ist Ko-Leiter des Instituts für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST) der OTH Regensburg und einer der drei Direktoren des Regensburg Center of Health Sciences and Technology (RCHST) sowie Honorarprofessor für Kultur und Technik an der BTU Cottbus-Senftenberg. Er beschäftigt sich derzeit mit individuellen und gesellschaftlichen Auswirkungen von IuK-Technologie sowie mit wertebasierter Gestaltung von Technik insbesondere im Gesundheitsbereich.



DR. BERNHARD RINKE

ist externer Projektmitarbeiter des Instituts für Theologie und Frieden in Hamburg, Mitglied des Zentrums für Demokratie- und Friedensforschung an der Universität Osnabrück sowie Lehrbeauftragter am dortigen Institut für Sozialwissenschaften. Aktuell beschäftigt er sich vor allem mit Fragen der ethisch legitimen Anwendung militärischer Gewalt. Unter dem Arbeitstitel „Ethische Fragestellungen im Kontext autonomer Waffensysteme“ hat er gemeinsam mit Bernhard Koch vom Institut für Theologie und Frieden in Hamburg jüngst ein Gutachten für das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag verfasst.



DR. CHRISTIAN ALWARDT

ist Diplom-Physiker und forscht am Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik an der Universität Hamburg (IFSH) zu Fragen (inter-)nationaler Sicherheit und Stabilität. Ein Fokus liegt dabei auf der Technologiefolgenabschätzung und Rüstungskontrolle, mit besonderen Schwerpunkten auf unbemannten Systemen, der Automatisierung und den Implikationen einer zunehmenden Digitalisierung.

2018 – das Jahr, in dem die deutsche Polizei erstmals Drohnen gegen Gefährder einsetzte

Anmerkungen zu Art. 47 Bayerisches Gefahrenabwehrgesetz (PAG)

Susanne Benöhr-Laqueur, Abteilung Polizei, Fachhochschule für öffentliche Verwaltung NRW/Standort Münster, Nevinghoff 8–10, 48147 Münster
(susanne.benoehr-laqueur@fhoev.nrw.de),  orcid.org/0000-0002-5490-113

14

Das neue bayerische Polizeigesetz betritt im Hinblick auf den Einsatz von Polizeidrohnen juristisches Neuland. Hochkomplexe juristische Tatbestände ermöglichen es der bayerischen Polizei in Zukunft, nicht nur öffentliche Veranstaltungen oder Ansammlungen auf großen bzw. unübersichtlichen Örtlichkeiten zu überwachen, sondern auch ganz gezielt potenzielle Gefährder zu identifizieren. Hinzu kommt, dass der Drohneneinsatz über polizeirelevanten „Hotspots“ wie Rotlichtbezirken, Hauptbahnhöfen aber auch Asylbewerbertreffpunkten unter dem Aspekt der Abwehr des neu konzipierten Tatbestandes der „drohenden Gefahr“ ermöglicht wird.

2018 – the year in which German police first used drones against potential perpetrators

Comments on Art. 47, Bavarian Police Law (PAG)

The new Bavarian police law breaks new legal ground regarding the use of police drones. Highly complex legal offenses will allow the Bavarian police in the future not only to monitor public events or gatherings at large or complex sites but also to specifically identify potential perpetrators. In addition, the use of drones over relevant “hot spots” such as red-light districts, railway stations, or meeting places for asylum seekers will be possible in defense against the newly outlined offense of “impending danger”.

Keywords: *unmanned aerial vehicle (UAV), police drone, chilling effect, Bavarian Police Law (PAG)*

Einführung

Die deutsche Polizei nutzt seit circa einem Jahrzehnt Drohnen. Aufgrund der unausgereiften Technik war die Akzeptanz, ein *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) einzusetzen, zunächst gering. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt haben lediglich die Bundesländer Thüringen, Hamburg und Bremen noch keine Polizeidrohne erworben. Im Bedarfsfall werden sie offenbar kurzerhand von den anderen Bundesländern ausgeliehen (Bremische Bürgerschaft 2014, S. 4565–4566). Dabei sind die Vorteile des Polizeidrohneinsatzes in bestimmten Bereichen evident. Drohnen können Tatorte millimetergenau vermessen, Fluchtwege von Tätern nachvollziehen, den Verkehr überwachen und lenken sowie vermisste Personen suchen (Schulz 2017, S. 17). Angesichts der Tatsache, dass sie extrem leise sind, ihr Radius je nach Modell bis zu 2 km beträgt und sie immerhin – ohne dass die Leistungsfähigkeit der Hightechkamera beeinträchtigt wird – bis zu 1.000 Meter aufsteigen können, ist ihre Effektivität im Bereich der Beweissicherung und Überwachung unbestritten. Lediglich der Anschaffungspreis von bis zu 40.000 Euro und die kurze Flugdauer von circa 20 Minuten pro Akkuladung trüben das Bild (Diehl 2010). Dies sind jedoch Marginalien, denn angesichts der Terroranschläge in den vergangenen Jahren, der Eskalationen während des G20-Gipfels 2017 in Hamburg oder gewaltbereiter Fußballfans genießt die Sicherheitspolitik absolute Priorität. So war die Verschärfung des bayerischen Polizeigesetzes sowie die Ad-hoc-Anschaffung mehrerer Polizeidrohnen zur Jahreswende 2017/2018 keine wirkliche politische Überraschung (Truscheit 2017). Bemerkenswert ist hingegen die Signalwirkung, die vom neuen Bayerischen Polizeiaufgabengesetz im Allgemeinen und bezüglich des Einsatzes von Drohnen im Besonderen ausgeht (Kornmeier 2018).

Die Verwendung von Polizeidrohnen ist durchaus keine Novität. Bereits im Jahre 2010 wurde im Zuge der Demonstrationen gegen den Castor-Transport in Gorleben eine Aufklärungsdrohne von der Polizei eingesetzt (Hertwig und Kuvvet 2011).

Die – nicht genehmigte – polizeiliche Nutzung hatte weitreichende politische Konsequenzen: Hinfort verzichteten die Polizeiführungen der Länder ausdrücklich auf den Drohneneinsatz über Menschenansammlungen. Besonders eindrücklich äußerte sich im Jahre 2016 der Polizeipräsident von Berlin: „[...] unsere Drohnen fliegen nicht über Menschen und deswegen werden sie niemals für die Überwachung eingesetzt werden“ (Abgeordnetenhaus Berlin 2016, S. 37). Diese Ansicht wird von der bayerischen Landesregierung nicht geteilt. Der neugeschaffene Art. 47 im Bayerischen Polizeiaufgabengesetz¹ (PAG) mit der Überschrift „Einsatz von unbemannten Luftfahrtsystemen“ (Abb. 1) gestattet es der Polizei, Drohnen in einer Fülle von Fällen, wie etwa bei Demonstrationen oder Fußballspielen, aufsteigen zu lassen. Hinzu kommen Einsätze zur Identifizierung von Personen, von denen eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit ausgehen könnte – sogenannte *Gefährder*. Aber auch Straftäter können zukünftig durch Polizeidrohnen observiert und belauscht werden. Schlussendlich können Polizeidrohnen auch über polizeilichen Hotspots erscheinen. Dies sind Orte, an denen sich z. B. potenzielle Gefährder aufhalten, wie etwa Rotlichtbezirke, Ausländerämter, Asylbewerberheime oder Hauptbahnhöfe.

Angesichts der Komplexität des Art. 47 PAG beschränkt sich die folgende Untersuchung auf zwei Themenbereiche. Zum einen soll untersucht werden, ob und wann die bayerische Polizei Gefährder, Demonstrationen, Fußballspiele und Asylbewerberheime mit Drohnen überwachen kann. Zum zweiten wird analysiert, über welche technische Ausrüstung eine Drohne verfügen darf. Diese Betrachtungen werden ergänzt um die Fragestellung, ob die Möglichkeiten des Drohneneinsatzes nicht den ersten Schritt in den „Orwellischen Überwachungsstaat“ darstellen.

Außerordentlich komplex

Art. 47 PAG

Bereits in der parlamentarischen Anhörung zum PAG erklärte ein Abgeordneter, dass er den Gesetzentwurf als „außerordentlich komplex“ empfände (Bayerischer Landtag 2018 a, S. 23). Dieser Einschätzung ist vorbehaltlos zuzustimmen und insbesondere Art. 47 PAG ist hierfür ein prägnantes Beispiel. Der bayerische Gesetzgeber stand nämlich erstens vor der Aufgabe, das Polizeiaufgabengesetz einer EU-Richtlinie anzupassen, zweitens die Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts umzusetzen und drittens dem Stand der Technik entsprechende Ergänzungen vorzunehmen (Bayerischer Landtag 2018 b, Anlage 2).

Im Hinblick auf den Einsatz von Polizeidrohnen wagt Bayern in mehrfacher Hinsicht ab sofort einen Alleingang. In den Polizeigesetzen derjenigen Länder, die Drohnen einsetzen, finden sich keine spezialgesetzlichen Normen, die den Einsatz legitimieren (Weiner 2018). Die Polizeiführungen sind somit gezwun-

Art. 47 Einsatz von unbemannten Luftfahrtsystemen

- (1) Bei den nachfolgenden Maßnahmen dürfen Daten unter den dort genannten Voraussetzungen auch durch den Einsatz unbemannter Luftfahrtsysteme erhoben werden:
 1. offene Bild- und Tonaufnahmen oder -aufzeichnungen nach Art. 33 Abs. 1 bis 3,
 2. Einsatz besonderer Mittel der Datenerhebung nach Art. 36 Abs. 1,
 3. Einsatz technischer Mittel in Wohnungen nach Art. 41 Abs. 1,
 4. Eingriffe in den Telekommunikationsbereich nach Art. 42 Abs. 1 bis 5 und
 5. verdeckter Zugriff auf informationstechnische Systeme nach Art. 45 Abs. 1 und 2.
- (2) **1** In den Fällen des Abs. 1 Nr. 1 dürfen unbemannte Luftfahrtsysteme nur dann eingesetzt werden, wenn die Offenheit der Maßnahme gewahrt bleibt. **2** In diesen Fällen soll auf die Verwendung unbemannter Luftfahrtsysteme durch die Polizei gesondert hingewiesen werden.
- (3) Soweit in den Fällen des Abs. 1 eine richterliche Anordnung erforderlich ist, muss diese auch den Einsatz von unbemannten Luftfahrtsystemen umfassen.
- (4) Diese unbemannten Luftfahrtsysteme dürfen nicht bewaffnet werden.

Abb. 1: Art. 47 Bayerisches Polizeiaufgabengesetz.

Quelle: <http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayPAG-47>

gen, auf allgemeine Ermächtigungsgrundlagen zurückzugreifen. In der juristischen Fachwelt ist dies umstritten. Einerseits wird die Meinung vertreten, dass zwar ein Drohneneinsatz nicht generell unzulässig sei, er jedoch angesichts des Mangels einer Ermächtigungsgrundlage nicht zum Standardinstrument im Polizeidienst avancieren sollte (Gusy 2014). Anderer Ansicht zufolge ist die Drohne durchaus ein sinnvolles Instrumentarium und der Einsatz durch die jeweilige Ermächtigungsgrundlage gedeckt (Zöller und Ihwas 2014). Gerichtsurteile zum Polizeidrohneneinsatz sind in der Bundesrepublik Deutschland – soweit ersichtlich – (noch) nicht existent. Zur rechtlichen Bewertung eines Drohneneinsatzes muss folglich ein Rückgriff auf Gerichtsentscheidungen erfolgen, in denen über den Einsatz mobiler polizeilicher Überwachungseinheiten mit herkömmlichen Technologien geurteilt wurde.

Für diese Sachverhalte hat die Rechtsprechung klare Regelungen entwickelt. Demzufolge sind z. B. *verdeckte* Einsätze – und damit Aufnahmen von Personen auf Demonstrationen verboten. Erst wenn Straftaten unmittelbar bevorstehen, können die Kameras ausgefahren und kann gefilmt werden.² Fraglich ist jedoch, ob dieser Rückgriff auf die herrschende Rechtsprechung im Hinblick auf Polizeidrohnen überhaupt sinnvoll ist. Denn mobile Überwachungsfahrzeuge und mehr noch Polizisten mit High-

¹ Gesetz über die Aufgaben und Befugnisse der Bayerischen Staatlichen Polizei (Polizeiaufgabengesetz – PAG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. September 1990 (GVBl. S. 397), BayRS 2012-1-1-I.

² OVG Rheinland-Pfalz, in: NVwZ-RR 2015, S. 570 ff. und OVG Lüneburg, in: NVwZ-RR 2015, S. 98 ff.

techkameras am Stativ bzw. Helm sind den Regeln der Schwerkraft unterworfen. Für sie gilt, dass der Einsatz entweder nur „offen“ oder „verdeckt“ erfolgen kann – für Drohnen hingegen gelten andere physikalische Voraussetzungen.

Das war dem bayerischen Gesetzgeber durchaus bewusst, daher wählte er eine gewandte Gesetzeskombination, mit der er den „offen-verdeckten“ Einsatz von Polizeidrohnen gesetzlich zu legitimieren versucht.

Von Gefährdern sowie unübersichtlichen und großen Örtlichkeiten

Art. 47 Abs. 1 Nr. 1 i. V. m. Art. 33 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 PAG

In der Bundesrepublik Deutschland sind die Versammlungsfreiheit (Art. 8 GG) und die Meinungsfreiheit (Art. 5 GG) ein bedeutsames demokratisches Grundprinzip. So entfaltet der „Brokdorf-Beschluss“ des Bundesverfassungsgerichts aus dem Jahre 1985 bis zum heutigen Tage seine Geltung.³ Er besagt, dass es zu den unentbehrlichen Funktionselementen eines demokratischen Gemeinwesens gehört, dass der Bürger durch Ausübung der Versammlungsfreiheit aktiv am politischen Meinungsbildungs- und Willensbildungsprozess teilnehmen kann. Der Schutz der Versammlungsfreiheit sei auch dann zu erhalten, wenn mit Ausschreitungen durch Einzelne oder Minderheiten zu rechnen ist. Angesichts dessen müssen sich einschränkende behördliche Maßnahmen am Grundsatz der Verhältnismäßigkeit messen lassen.⁴ Dies gilt insbesondere auch für die bild- und tongebende Überwachung von öffentlichen Versammlungen – also etwa Demonstrationen oder Kundgebungen. Vor diesem Hintergrund dürfen Video- und Tonaufzeichnungen erst dann durchgeführt werden, wenn von der Polizei gewalttätige Ausschreitungen beobachtet werden.⁵

Damit soll der sogenannte *Chilling Effect* vermieden werden. Unter diesem Begriff versteht man die Selbstbeschränkung des Bürgers an einer öffentlichen Versammlung nicht teilzunehmen, weil die Befürchtung überhandnimmt gefilmt zu werden und infolgedessen soziale und berufliche Repressalien zu erleiden. Dies hätte im Extremfall zur Folge, dass sich Bürger nicht mehr aktiv am politischen Willensbildungs- und Meinungsbildungsprozess beteiligen (Assion 2014). Diese Konfliktsituation – in der die Bürger aus Angst vor dem allmächtigen „Orwellischen Überwachungsstaat“ von ihrem Grundrecht nicht mehr Gebrauch machen – ist nach der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts unbedingt zu vermeiden.⁶ Folglich haben zahlreiche Gerichte das polizeiliche Filmen von (friedlichen) Demonstranten nur unter sehr engen Voraussetzungen und auch nur als „Übersichtsaufnahmen“ gestattet.

3 BVerfGE 69, 315 (Brokdorf).

4 ebd.

5 OVG Rheinland-Pfalz, in: NVwZ-RR 2015, S. 570 ff. und OVG Lüneburg, in: NVwZ-RR 2015, S. 98 ff.

6 BVerfGE 69, 315 (Brokdorf).

Das neue bayerische Polizeiaufgabengesetz umgeht diese verfassungsrechtlichen Vorgaben, indem es zwei Normen geschickt kombiniert. Gemäß Art. 33 Absatz 1 Nr. 1 PAG (Abb. 2), der auf den Art. 47 Abs. 1 Nr. 1 PAG verweist, können von Personen, die von der Polizei als Gefährder eingestuft werden und sich auf einer bzw. im Zusammenhang mit einer öffentlichen Veranstaltung oder Ansammlung, d. h. in deren Umfeld bzw. auf der Anreise, aufhalten oder befinden, und von denen zu befürchten ist, dass sie erhebliche Ordnungswidrigkeiten bzw. Straftaten begehen, sowohl Bild- und Tonaufnahmen als auch (Video-)Aufzeichnungen gefertigt werden, um deren Identität festzustellen. Das bedeutet, dass eine Drohnenüberwachung von Demonstrationen als auch von Veranstaltungen – wie etwa Fußballspielen – mit *Gefährderpotenzial* problemlos möglich ist.

Darüber hinaus erfasst Art. 33 Absatz 1 Nr. 2 PAG aber auch öffentliche Veranstaltungen und Ansammlungen, die wegen der Größe oder Unübersichtlichkeit der Örtlichkeit überwacht werden müssen. Die Entscheidung, ob eine Örtlichkeit diesen Voraussetzungen entspricht, trifft die Polizeiführung. Dies bedeutet de facto, dass sich eigentlich jeder Einsatz von Polizeidrohnen im Zuge von Art. 33 Abs. 1 PAG begründen lässt. Mehr noch: Bei einer unübersichtlichen Örtlichkeit – etwa einem Innenstadtbereich – oder einer großen Örtlichkeit – z. B. einer Festwiese

Das neue bayerische Polizeiaufgabengesetz umgeht verfassungsrechtliche Vorgaben hinsichtlich Versammlungsfreiheit sowie politischer Meinungs- und Willensbildung.

oder dem Innenraum bzw. Umfeld eines Stadions – kann der Einsatz zunächst durch Art. 33 Abs. 1 Nr. 2 PAG legitimiert werden; sollten sich sodann Gefährder zeigen, kann problemlos auf Art. 33 Abs. 1 Nr. 1 PAG zurückgegriffen werden. Es ist somit absehbar, dass der Drohneneinsatz zur polizeilichen Standardmaßnahme avancieren wird.

Der Drohneneinsatz: Art. 47 Abs. 2 PAG

Gleichwohl ist auch der bayerische Gesetzgeber an die Rechtsprechung gebunden, die im Hinblick auf die Überwachungsmaßnahmen urteilt, dass diese nur „offen“ erfolgen dürfen. Fraglich ist somit, wann ein Drohneneinsatz als „offen“ zu qualifizieren ist. Art. 47 Absatz 2 PAG normiert, dass Drohnen nur offen aufsteigen dürfen. „Offen“ bedeutet gemäß des Gesetzentwurfes, dass entweder im Eingangsbereich der Veranstaltung auf den Drohneneinsatz hingewiesen wird bzw. der Polizist, der die Drohne steuert, mit einem gut sichtbaren Hinweis auf der Kleidung versehen ist (Bayerischer Landtag 2018 c, S. 68).

Diese Regelung ist ausgesprochen interpretationsbedürftig. Denn Art. 33 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 PAG erlauben den Einsatz von Drohnen auch „im Zusammenhang“ mit einer öffentlichen Veranstaltung oder Ansammlung. Das bedeutet, dass die Drohne nicht unbedingt direkt am Versammlungs- oder Veranstaltungsort „offen“ eingesetzt werden muss. Wenn dies der Fall ist, dann sind die folgenden Effekte zu bedenken. Sollte ein „Drohnenpolizist“ gesichtet werden, wird diese Nachricht in Sekundenschnelle verbreitet. In dieser Situation werden Gefährder eine Identifizierung aus der Luft zu vermeiden wissen, indem sie unverzüglich zur Vermummung greifen. Zum zweiten könnte der Drohneneinsatz bei friedlichen Demonstranten den *Chilling Effect* und Ängste vor Gewalttätigkeiten auslösen. Der Demonstrant hat nämlich keine Kenntnis darüber, warum die Polizei die Drohne aufsteigen lässt. In Betracht käme ein konfliktreiches Worst-Case-Szenario aber gegebenenfalls auch nur eine einfache Überwachungsmaßnahme aufgrund der Örtlichkeit.

Dieser Argumentation ist entgegenzuhalten, dass die Polizei sich bei weitem nicht nur der Drohnenüberwachung bedient. Überwachungswagen und Beamte am Rande des Demonstrationzugs und von Veranstaltungen generieren gleichfalls Film- und Tonaufnahmen, sobald Erkenntnisse vorliegen, dass auf der Versammlung gewalttätige Ausschreitungen begangen werden. Die Drohne ist somit lediglich *ein* mögliches Einsatzmittel.

Gleichwohl wäre der bayerische Gesetzgeber gut beraten gewesen, Art. 47 PAG um einen weiteren Passus zu ergänzen. Nämlich, dass sobald ein Drohneneinsatz beabsichtigt ist, der Demonstrations- bzw. Veranstaltungsleiter informiert wird und dieser den Aufstieg der Drohne unverzüglich bekanntzugeben hat.⁷ So hätte man auch dem Argument begegnen können, dass der offene Einsatz der Drohne de facto gar nicht beabsichtigt ist bzw. leicht unterlaufen werden kann. Denn niemand hindert die Polizei daran, die Drohne in einem Hinterhof, auf einem Dach oder in einer unbelebten Straße zwar offen aufsteigen zu lassen, um sodann unentdeckt in 1 km Entfernung und 700 Meter Höhe Gefährder in einer Demonstration ausfindig zu machen bzw. Ansammlungen aufgrund ihrer Größe zu überwachen. Es besteht folglich die berechtigte Sorge, dass sich der Drohneneinsatz selbstständig und weder die *Gefährder* – was gegebenenfalls zu rechtfertigen wäre – noch die friedlichen Demonstranten überhaupt eine Kenntnis vom Einsatz erlangen.

„Gefährder-Hotspots“ im Visier

Art. 33 Abs. 2 i. V. m. Art. 13 Abs. 1 Nr. 2, Nr. 3 PAG

Die bayerische Polizei beabsichtigt zudem gemäß Art. 13 Abs. 1 Nr. 2 (Abb. 3) Drohnen im Zuge der Gefahrenabwehr über bestimmten Örtlichkeiten einzusetzen, um einer Gefahr oder einer *drohenden Gefahr* für ein bedeutendes Rechtsgut entgegenzu-

⁷ Entsprechend § 1 Abs. 3 Gesetz über Aufnahmen und Aufzeichnungen von Bild und Ton bei Versammlungen unter freiem Himmel und Aufzügen vom 23. April 2013 (Berlin).

Art. 33 Offene Bild- und Tonaufnahmen

- (1) Die Polizei kann bei oder im Zusammenhang mit öffentlichen Veranstaltungen oder Ansammlungen personenbezogene Daten offen
1. auch durch den Einsatz technischer Mittel zur Anfertigung von Bild- und Tonaufnahmen oder -aufzeichnungen über die für eine Gefahr Verantwortlichen erheben, wenn tatsächliche Anhaltspunkte die Annahme rechtfertigen, dass dabei Ordnungswidrigkeiten von erheblicher Bedeutung oder Straftaten begangen werden, oder
 2. mittels
 - a) Bildaufnahmen oder Übersichtsaufnahmen oder
 - b) Übersichtsaufzeichnungen
 erheben, wenn dies wegen der Größe oder Unübersichtlichkeit der Örtlichkeit erforderlich ist; die gezielte Feststellung der Identität einer auf der Übersichtsaufzeichnung abgebildeten Person ist nur unter den Voraussetzungen der Nr. 1 zulässig.
- (2) Die Polizei kann
1. zur Abwehr
 - a) einer Gefahr oder
 - b) einer drohenden Gefahr für ein bedeutendes Rechtsgut,
 2. an den in Art. 13 Abs. 1 Nr. 2 genannten Orten, wenn sie öffentlich zugänglich sind, oder
 3. an Orten, bei denen tatsächliche Anhaltspunkte die Annahme rechtfertigen, dass dort Ordnungswidrigkeiten von erheblicher Bedeutung oder Straftaten begangen werden, wenn diese Orte öffentlich zugänglich sind,
- offen Bild- und Tonaufnahmen oder -aufzeichnungen von Personen anfertigen.
- (3) Die Polizei kann an oder in den in Art. 13 Abs. 1 Nr. 3 genannten Objekten offen Bild- und Tonaufnahmen oder -aufzeichnungen von Personen anfertigen, soweit tatsächliche Anhaltspunkte die Annahme rechtfertigen, daß an oder in Objekten dieser Art Straftaten begangen werden sollen, durch die Personen, diese Objekte oder andere darin befindliche Sachen gefährdet sind.
- (...)

Abb. 2: Art. 33 Abs. 1–3 Bayerisches Polizeiaufgabengesetz.

Quelle: <http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayPAG-47>

wirken. Unter einer Gefahr versteht die Rechtsprechung einen Lebenssachverhalt, in dessen ungehindertem Ablauf in absehbarer Zeit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Schaden an polizeilichen bzw. ordnungsrechtlichen Gütern eintreten wird (Schmidt 2017, S. 245). Entscheidend ist somit der Zeitfaktor. In der juristischen Kasuistik wird folglich zwischen der „konkreten Gefahr“ und der „abstrakten Gefahr“ getrennt. So verlangt die „konkrete Gefahr“ eine besondere zeitliche Nähe des vorhandenen Schadensereignisses, dass bereits in Teilaspekten eingetreten ist oder in seiner Realisierung unmittelbar bevorsteht (ebd., S. 245). Hingegen ist eine „abstrakte Gefahr“ in der Regel gegeben, wenn ein Sachverhalt bei generell typischer Betrachtungs-

weise regelmäßig in ein Schadensereignis mündet (ebd., S. 246). Der bayerische Gesetzgeber hat diesem Gefahrenbegriff in Zukunft einen weiteren hinzugefügt: Die „drohende Gefahr“. Mit dieser Begrifflichkeit sollen Vorfeldtatbestände erfasst werden. Dies ist indessen umstritten, denn das Bundesverfassungsgericht hat diese Ausweitung des Fahrentatbestandes im sogenannten BKA-Urteil zunächst einmal wohl nur im Zusammenhang mit terroristischen Straftaten als rechtmäßig angesehen.⁸

Bayern hat diesen Aspekt der „drohenden Gefahr“ in mehrfacher Hinsicht aufgegriffen, erweitert und neu interpretiert (Müller 2018, S. 113). Gemäß der Lesart des bayerischen Gesetzgebers habe das höchste deutsche Gericht ausdrücklich klargestellt, dass die Verfassung den Gesetzgeber nicht von vornherein darin beschränkt, Eingriffstatbestände nur zur Abwehr konkreter, unmittelbar bevorstehender oder gegenwärtiger terroristischer Gefahren zu erlassen. Vielmehr kann er die Grenzen für bestimmte Bereiche mit dem Ziel der Strafverhütung auch weiterziehen, indem er die Anforderungen an die Vorhersehbarkeit des Kausalverlaufes reduziert (ebd., S. 113). Dies ist zwar richtig, jedoch unterstreicht das Bundesverfassungsgericht explizit, dass allgemeine Erfahrungssätze alleine eben nicht ausreichen, um den Zugriff zu rechtfertigen.⁹

Fakt ist jedoch, dass in Bayern ab sofort der offene Einsatz von Drohnen an Örtlichkeiten erlaubt ist, wo sich Personen aufhalten, von denen eine Gefahr bzw. eine drohende Gefahr ausgehen könnte. Als Örtlichkeiten kommen gemäß Art. 13 Abs. 1 Nr. 2 und Nr. 3 PAG eine beträchtliche Anzahl von Hotspots für Straftaten in Betracht: Hauptbahnhöfe und die Umgebung, Ausländertreffpunkte, Rotlichtbezirke, Asylbewerberunterkünfte, Verkehrs- oder Versorgungsanlagen oder -einrichtungen, öffentlichen Verkehrsmittel, Amtsgebäude oder anderen besonders gefährdeten Orten. Dies jedoch immer unter der folgenden Prämisse: Der Drohneneinsatz muss „offen“ erfolgen, es muss eine konkrete Gefahrensituation bestehen oder aber eine Gefahr von diesem Personenkreis drohen. Dass die Offenheit des Drohneneinsatzes – wie bereits dargestellt – einen Widerspruch in sich selbst darstellt, hat der Gesetzgeber ignoriert.

Bewaffnungsverbot für Drohnen

Gemäß Art. 47 Abs. 4 Bayerisches Polizeiaufgabengesetz ist eine Bewaffnung von Polizeidrohnen verboten. Folglich verbietet sich eine Bestückung der Drohne mit Pfefferspray, Tränengas, Tasern oder sogar Schusswaffen. Diese Klarstellung, die im ersten Gesetzesentwurf noch fehlte, war in der Tat geboten, denn das PAG verwendet einen offenen Technikbegriff.

Während zum Beispiel in Art. 78 PAG eine abschließende Aufzählung bezüglich der im Einsatz zu verwendenden Waffen durch die Polizei erfolgt, findet sich in Art. 47 PAG keine Festlegung der Drohnensysteme bzw. Drohnentypen. Die momen-

⁸ BVerfGE, in NJW 2016, S. 1781 ff (sog. BKA-Urteil).

⁹ BVerfGE, in NJW 2016, S. 1781 ff (S. 1785) (sog. BKA-Urteil).

Art. 13 Identitätsfeststellung und Prüfung von Berechtigungsscheinen

- (1) Die Polizei kann die Identität einer Person feststellen
1. zur Abwehr
 - a) einer Gefahr oder
 - b) einer drohenden Gefahr für ein bedeutendes Rechtsgut,
 2. wenn die Person sich an einem Ort aufhält,
 - a) von dem auf Grund tatsächlicher Anhaltspunkte anzunehmen ist, daß dort
 - aa) Personen Straftaten verabreden, vorbereiten oder verüben,
 - bb) sich Personen ohne erforderliche Aufenthaltserlaubnis treffen, oder
 - cc) sich Straftäter verbergen, oder
 - b) an dem Personen der Prostitution nachgehen, oder
 - c) der als Unterkunft oder dem sonstigen, auch vorübergehenden Aufenthalt von Asylbewerbern und unerlaubt Aufhältigen dient,
 3. wenn sie sich in einer Verkehrs- oder Versorgungsanlage oder -einrichtung, einem öffentlichen Verkehrsmittel, Amtsgebäude oder einem anderen besonders gefährdeten Objekt oder in unmittelbarer Nähe hiervon aufhält und Tatsachen die Annahme rechtfertigen, daß in oder an Objekten dieser Art Straftaten begangen werden sollen, durch die in oder an diesen Objekten befindliche Personen oder diese Objekte selbst unmittelbar gefährdet sind,
- (...)

Abb. 3: Art. 13 Abs. 1 Nr. 1–3 Bayerisches Polizeiaufgabengesetz.

Quelle: <http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayPAG-47>

tane Verwendung von Quadro-, Hexa- und Oktakoptern durch die Länderpolizeien – die nur eine Nutzlast von maximal ca. 3 kg tragen können – würde zwar ohnehin nur eine leichte Bewaffnung wie etwa mit Pfefferspray oder Tränengas erlauben. Dass diese Ausrüstung jedoch äußerst zielgerichtet eingesetzt werden kann demonstriert die israelische Grenzpolizei am Zaun des Gaza-Streifens. Dort kommen bereits relativ kleine Drohnensysteme zum Einsatz und versprühen Tränengas (Times of Israel 2018).

Völlig andere Möglichkeiten würden sich aber ergeben, wenn die Polizei in Zukunft großen Systemen den Vorzug geben würde. Drohnen der Klasse „Predator“ oder „Pegasus“ verfügen über eine Traglast von 2.000 kg und über die Kapazität, in 5,5 km Flughöhe mithilfe von 368 Chips Aufnahmen zu fertigen, die mit einer Bildqualität von 1,8 Billionen Pixel ein über 40 Quadratkilometer großes Untersuchungsgebiet abdecken und dabei jeden Tag rund 1 Million Terrabyte an Daten produzieren (Tuck 2016, S. 76; Jaeger 2017, S. 15). Angesichts dieser technischen Dimensionen muten die fragilen deutschen Polizeidrohnen wie Spielzeug an. Hier ist jedoch Vorsicht geboten, denn gerade die Entwicklung sogenannter Mikrowaffen schreitet rapide voran. Diese Drohnen, die kleiner sind als Hummeln und durchaus Sprengladungen tragen und im Schwarm auftreten können, sind zwar noch als Schwellentechnologie zu qualifizieren, sie vermitteln aber einen Ausblick auf technische Zukunftsszenarien (Tuck 2016, S. 86).

Fazit: Vorsätzliche Grenzüberschreitung

Der Einsatz von Polizeidrohnen ist differenziert zu betrachten. Tatortsicherung, Verkehrsraumüberwachung und die Suche nach Vermissten bereiten keine verfassungsrechtlichen und damit rechtspolitischen Probleme. Hingegen sind gezielte Überwachungsmaßnahmen von Orten, Personen bzw. Personenansammlungen völlig anders zu bewerten. Der bayerische Gesetzgeber macht es sich zu einfach, wenn er den *Chilling Effect* durch Kleidervorschriften für „Drohnenpolizisten“ oder ein Hinweisschild am Eingang einer öffentlichen Veranstaltung beseitigen will. Im Spannungsfeld von öffentlicher Sicherheit und persönlicher Freiheit bedarf es ausgefeilterer Regelungen. Hinzu kommt, dass Drohnen weder mit den lauten Polizeihubschraubern noch mit einem polizeilichen Überwachungswagen zu vergleichen sind. Es handelt sich um eine völlig neue Technologie mit hohem technischem Potenzial. Bereits die Festlegung, dass Drohnen „offen“ aufzusteigen haben, verdeutlicht die Problematik. Sobald die Drohne in die Höhe schwebt, kann keine Öffentlichkeit mehr garantiert werden – und soll es im Übrigen wohl auch nicht. In jedem Fall hat der bayerische Gesetzgeber ganz bewusst Grenzen überschritten, die in den anstehenden Klageverfahren durch die Richter des Bayerischen Verfassungsgerichts- und des Bundesverfassungsgerichts bewertet werden müssen.

Literatur

- Abgeordnetenhaus Berlin (2016): Wortprotokoll. Ausschuss für öffentliche Sicherheit und Ordnung. 80. Sitzung, 20. 06. 2016. Online verfügbar unter <https://www.parlament-berlin.de/ad0s/17/InnSich0/protokoll/iso17-080-wp.pdf>, zuletzt geprüft am 18. 07. 2018.
- Assion, Simon (2014): Was sagt die Rechtsprechung zu Chilling Effects? In: Telemedicus. Recht der Informationsgesellschaft, 09. 05. 2014. Online verfügbar unter <https://www.telemedicus.info/article/2773-Was-sagt-die-Rechtsprechung-zu-Chilling-Effects.html>, zuletzt geprüft am 18. 07. 2018.
- Bayerischer Landtag (2018 a): Wortprotokoll. Ausschuss für kommunale Fragen, Innere Sicherheit und Sport, 90. Sitzung sowie Ausschuss für Verfassung, Recht und Parlamentsfragen, 86. Sitzung, 21. 03. 2018, S. 23–24. Online verfügbar unter <https://asjbayern.de/workspace/media/static/090ki210318gesendgkopie-5adf3ae03929.pdf>, zuletzt geprüft am 15. 10. 2018.
- Bayerischer Landtag (2018 b): Wortprotokoll. Ausschuss für kommunale Fragen, Innere Sicherheit und Sport. 90. Sitzung sowie Ausschuss für Verfassung, Recht und Parlamentsfragen, 86. Sitzung, 21. 03. 2018.
- Bayerischer Landtag (2018 c): Gesetzentwurf der Staatsregierung für ein Gesetz zur Neuordnung des bayerischen Polizeirechts (PAG-Neuordnungsgesetz). Drucksache 17/20425. Online verfügbar unter https://www.bayern.landtag.de/www/ElanTextAblage_WP17/Drucksachen/Basisdrucksachen/0000013000/0000013038.pdf, zuletzt geprüft am 15. 10. 2018.
- Bremische Bürgerschaft (2014): Plenarprotokoll, Landtag, 18. WP, 62. Sitzung, 19. 06. 2014. Online verfügbar unter <http://www.bremische-buergerschaft.de/dokumente/wp18/land/protokoll/P18L0062.pdf>, zuletzt geprüft am 15. 10. 2018.
- Diehl, Jörg (2010): Polizei-Drohnen. Himmelfahrtskommando für die Schönwetterpäher. In: Spiegel Online, 22. 06. 2010. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/panorama/polizei-drohnen-himmelfahrtskommando-fuer-die-schoenwetterpaeher-a-701310.html>, zuletzt geprüft am 18. 07. 2018.
- Gusy, Christoph (2014): Aufklärungsdrohnen im Polizeieinsatz. In: Die Kriminalpolizei, Ausgabe März/2014. Online verfügbar unter <https://www.kriminalpolizei.de/ausgaben/2014/maerz/detailansicht-maerz/artikel/aufklaerungsdrohnen-im-polizeieinsatz.html>, zuletzt geprüft am 18. 07. 2018.
- Hertwig, Jana; Damla, Kuvvet (2011): Technik vs. Recht. Verfassungs- und polizeirechtliche Probleme des Einsatzes von Aufklärungsdrohnen in Deutschland am Beispiel des Castor-Transportes nach Gorleben im November 2010. In: Humanitäres Völkerrecht Informationsschriften 24 (02), S. 120–127.
- Jaeger, Rolf Rainer (2017): Künstliche Intelligenz. Hilfsmittel oder Konkurrenz für die Polizei. In: Der Kriminalist 2017 (3), S. 8–15.
- Kornmeier, Claudia (2018): Übrigens nicht bewaffnet. Bayerisches PAG zu Drohnen-Einsatz. In: Legal Tribune Online, 30. 05. 2018. Online verfügbar unter <https://www.lto.de/recht/hintergruende/h/bayern-pag-reform-drohnen-einsatz-ueberwachung-grundrechte/>, zuletzt geprüft am 18. 07. 2018.
- Müller, Birgit (2018): Das Gesetz zur effektiveren Überwachung gefährlicher Personen und die daraus erwachsenen neuen Befugnisse der Bayerischen Polizei. In: Bayerische Verwaltungsblätter, Heft 4/2018, S. 109–116.
- Schmidt, Rolf (2017): Polizei- und Ordnungsrecht. Grasberg: Fachverlag Rolf Schmidt GmbH.
- Schulz, André (2017): Künstliche Intelligenz. Hilfsmittel oder Konkurrenz für die Polizei. In: Der Kriminalist 2017 (3), S. 16–18.
- Times of Israel (2018): Israel deploys drones to drop tear gas on Gaza protesters. Friday's violence marked one of the first uses of the new technology, Border Police spokesman says, 31. 03. 2018. Online verfügbar unter <https://www.timesofisrael.com/israel-deploys-drones-to-drop-tear-gas-on-gaza-protesters>, zuletzt geprüft am 18. 07. 2018.
- Truscheit, Karin (2017): Leiser als Hubschrauber. Drohnen bei der Polizei. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 20. 11. 2017. Online verfügbar unter <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/kriminalitaet/die-bayerische-polizei-will-kuenftig-mehr-drohnen-nutzen-15301940.html>, zuletzt geprüft am 18. 07. 2018.
- Tuck, Jay (2016): Evolution ohne uns. Kulmbach: Plassen Verlag.
- Weiner, Bernhard (2018): Kommentierung zu § 31 Niedersächsisches Sicherheits- und Ordnungsgesetz. In: Markus Möstl und Bernhard Weiner (Hg.): Beck'scher Online-Kommentar Polizei- und Ordnungsrecht Niedersachsen, 11. Edition, Stand: 1. 8. 2018, München 2018.
- Zöller, Mark; Saleh, Ihwas (2014): Rechtliche Rahmenbedingungen des polizeilichen Flugdrohneinsatzes. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht 33 (7), S. 408–414.



PROF. DR. JUR. SUSANNE BENÖHR-LAQUEUR

arbeitet nach Tätigkeiten als Rechtsanwältin, Universitäts- und Fachhochschuldozentin, Vertretungsprofessorin sowie Umweltdezernentin und Stadträtin seit 2018 als Professorin für Staats- und Eingriffsrecht an der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung NRW am Standort Münster.

Drohnen als Partner im Luftraum

Rahmenbedingungen für eine Regulierung des zivilen Drohnenwesens

Markus Christen, Digital Society Initiative, Universität Zürich, Rämistrasse 66, 8001 Zürich (christen@ethik.uzh.ch),  orcid.org/0000-0001-8378-9366

Michel Guillaume, Zentrum für Aviatik, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (michel.guillaume@zhaw.ch)

Maximilian Jablonowski, Institut für Sozialanthropologie und Empirische Kulturwissenschaft, Universität Zürich (jablonowski@isek.uzh.ch)

Peter Lenhart, Zentrum für Aviatik, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (peter.lenhart@zhaw.ch),  orcid.org/0000-0002-4566-4754

Kurt Moll, Rechtsanwalt, Bern (mail@kurtmoll.ch)

20

In unserem Beitrag fassen wir drei Themen einer jüngst veröffentlichten Studie zur Technikfolgenabschätzung ziviler Drohnen zusammen. Erstens legen wir dar, dass der Rechtsbegriff der Drohne unklar geregelt ist und dass eine technische Definition des Begriffs „Drohne“ der falsche Weg ist. Wir präsentieren eine alternative Einbindung des Drohnenbegriffs in das europäische Luftfahrtrecht. Zweitens beschreiben wir die Komplexität der technisch zu regelnden Aspekte, um eine Einbindung von Drohnen in das Luftraumsystem ohne direkten Sichtkontakt zu ermöglichen. Wir beschreiben das Problem der technischen Sicherheit und die Komponenten eines Verkehrsmanagementsystems für Drohnen. Drittens verdeutlichen wir, dass bei der Bewältigung der ethischen, rechtlichen und sozialen Herausforderungen von Drohnen eine Vollzugslücke besteht, insbesondere im Datenschutz.

Drones as partners in the airspace

Framework conditions for regulation of civilian drones

In our article, we summarize three topics of a recently published study on technology assessment of civilian drones. First, we explain that the legal concept of drones is unclear and that a technical definition of the term “drone” would be the wrong way to go. We present an alternative approach to integrate the concept of drones into European aviation law. Second, we describe the complexity of the technical aspects to be regulated in order to enable the integration of drones into the airspace system beyond visual line of sight. We describe the problem of technical safety and the components of a drone traffic management system. Third, we point to an enforcement gap in coping with the ethical, legal, and social challenges of drones, particularly in data protection.

Keywords: drone regulation; U-Space; drone safety; data protection

This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.14512/tatup.27.3.20>
Submitted: 17.07.2018. Peer reviewed. Accepted: 08.10.2018

Einführung

Ursprünglich für militärische Zwecke entwickelt, werden Drohnen heute verstärkt zivil verwendet: für Luftaufnahmen, Überwachung von Infrastruktur, Landwirtschaft, humanitäre Hilfe, Freizeit und vieles mehr. Die rasante Entwicklung des Mobilfunks und die Forschung zur Miniaturisierung und Autonomisierung von Drohnen geben dieser Technologie ein großes Zukunftspotenzial. Allerdings sind heute zentrale technische, regulatorische und soziale Fragen ungeklärt; diese bilden die Voraussetzung für eine verantwortungsbewusste Entwicklung des Drohnenwesens in Europa. Dies betrifft unter anderem die rechtliche Einordnung von Drohnen, ihre Einbindung in den Luftraum, wenn sie außerhalb des Sichtbereichs des Piloten fliegen sowie die Durchsetzung geltenden Rechts, das durch die zivile Nutzung von Drohnen tangiert wird.

Unser Beitrag beruht auf einer jüngst in der Schweiz veröffentlichten Studie zur Technikfolgenabschätzung ziviler Drohnen (Christen et al. 2018). Diese Studie legt Chancen und Risiken der Drohnentechnologie dar und zeigt ihr Entwicklungspotenzial in Forschung und Wirtschaft auf. Hier werden wir drei Aspekte genauer beleuchten. Erstens weisen wir auf den international unklaren Rechtsbegriff „Drohnen“ und damit zusammenhängende Abgrenzungsprobleme hin. Zweitens legen wir dar, dass eine erfolgreiche Nutzung der Drohnentechnologie eine klar definierte Einbindung in den Luftraum erforderlich macht. Drittens verdeutlichen wir, dass für viele anwendungsbezogene Probleme von Drohnen keine materiellen (inhaltlichen) Gesetzeslücken bestehen, sondern es am Vollzug bestehender Gesetze mangelt. Im Fazit fassen wir die wichtigsten Rahmenbedingungen für eine Regulierung des Drohnenwesens zusammen. Der Fokus liegt auf der kommerziellen Nutzung ziviler Drohnen; die rechtliche Analyse stützt sich maßgebend auf die Rechtslage in der Schweiz.

Der Rechtsbegriff „Drohnen“

Der Begriff „Drohne“ ist die umgangssprachliche Bezeichnung für (bestimmte) unbemannte Luftfahrzeuge (*Unmanned Aircraft*, UA). In der wissenschaftlichen Literatur existieren zahlreiche Bezeichnungen für Drohnen (Clarke 2014), es besteht derzeit aber keine einheitliche und insbesondere rechtlich verbindliche Definition von Drohnen. Die begriffliche Unschärfe verdeutlicht, dass die Drohnentechnologie noch in der Entwicklung ist und dass der Begriff Drohne Systeme mit unterschiedlichem Erscheinungsbild bezeichnet.

Zudem werden Modellluftfahrzeuge schon seit vielen Jahrzehnten als UA genutzt. Grob kann man Modellluftfahrzeuge als Fluggeräte bezeichnen, die in verkleinerter oder miniaturisierter Weise meist ein Vorbild aus der bemannten Luftfahrt abbilden und meist zum Zweck des Vergnügens oder der Freizeitgestaltung betrieben werden. Es existiert aber keine klare Abgrenzung zwischen Drohnen und Modellluftfahrzeugen, was für Modellluftfahrzeugnutzer problematisch werden könnte. Diese befürchten, dass eine Regulierung von (professionellen) Drohnen die Nutzung von Modellluftfahrzeugen für Hobbyzwecke einschränken könnte (Germann 2016, S. 13).

Diese begriffliche Unschärfe ist nicht nur bezüglich einer Abgrenzung zwischen Drohnen und Flugmodellen ein Problem. Generell braucht eine rechtliche Analyse und Systematisierung von Sachverhalten, in denen zivile Drohnen eingesetzt werden, eine klare Begriffsdefinition. Es sollte bestimmbar sein, wann es sich bei einem Fluggerät um eine Drohne im Rechtssinne handelt und wann nicht. Eine Definition sollte zudem genügend offen sein, um zu erwartende technische Entwicklungen einzubinden, damit die Regulation nicht der Innovation hinterherhinkt.

Eine rechtliche Analyse und Systematisierung von Sachverhalten, in denen zivile Drohnen eingesetzt werden, braucht eine klare Begriffsdefinition.

Auf internationaler Ebene finden sich unterschiedliche Definitionen (Abbildung 1). In einem Rundschreiben der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) zu unbemannten Luftfahrzeugsystemen von 2011 tauchen die Begriffe „Flugmodelle“ (*model aircraft*), „RPAS“ (*remotely piloted aircraft system*) und „autonome Fluggeräte“ (*autonomous aircraft*) auf. Die ICAO definiert den Begriff RPA als

„[...] aircraft piloted by a licensed “remote pilot” situated at a “remote pilot station” located external to the aircraft (i. e. ground, ship, another aircraft, space) who monitors the aircraft at all times and can respond to instructions issued by ATC, communicates via voice or data link as appropriate to the airspace or operation, and has direct responsibility for

the safe conduct of the aircraft throughout its flight.“ (ICAO 2011, S. 7)

Diese Definition enthält die Voraussetzung, dass das System durch einen lizenzierten Piloten kontrolliert wird, der zwar außerhalb des RPA situiert ist, jedoch zu jeder Zeit für die Flugsicherung ansprechbar und verantwortlich ist. Der Begriff Drohne wird im Rundschreiben nicht explizit erwähnt (Abbildung 1, unten links).

Die Luftfahrtbehörde European Aviation Safety Agency (EASA) wurde von der Europäischen Kommission im Jahr 2014 beauftragt, ein Regulierungskonzept im Bereich Drohnen zu erarbeiten. Bereits 2015 wurden vorläufige Ergebnisse vorgestellt (EASA 2015). Die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Definition des Begriffs Drohne wurden bereits von Beginn an thematisiert (EASA 2015, S. 2). Schließlich veröffentlichte die EASA die Prototype Commission Regulation on Unmanned Aircraft Operations vom 22. August 2016 (EASA 2016). Der Begriff Drohne fehlt im vorgeschlagenen Regulierungsvorschlag, er taucht aber in der *Explanatory Note* zum Regulierungsvorschlag an verschiedenen Stellen explizit auf, woraus ersichtlich wird, dass der vorgeschlagene Entwurf im Wesentlichen auf Drohnen zugeschnitten ist. Im Vorschlag wird ausschließlich von „unmanned aircraft“ als Grundbegriff ausgegangen. Darunter soll jedes Luftfahrzeug (*aircraft*) fallen, das ohne Pilot an Bord betrieben wird. Diese Definition hat heftige Irritationen ausgelöst, weil keinerlei Abgrenzungen zu Modellluftfahrzeugen vorgesehen sind (Abbildung 1, unten rechts).

Beispielhaft für diese Debatten ist das Schweizer Recht. Hier lassen sich zwei Ansätze zur begrifflichen Fassung von Drohnen unterscheiden, insbesondere bezüglich ihrer Abgrenzung von Flugmodellen: Entweder sind Drohnen vollständig in der Kategorie der Modellluftfahrzeuge enthalten (Abbildung 1, oben

links), oder Drohnen und Modellluftfahrzeuge bilden zwei sich ausschließende Mengen (Abbildung 2, oben rechts). Für letzteren Ansatz wird vorgeschlagen, Drohnen über ihren Verwendungszweck zu definieren. Dies wäre ein falscher Weg, denn es kann nicht im Belieben des Nutzers liegen, wie ein bestimmtes Gerät rechtlich zu qualifizieren ist. Im Bereich der Modellflugzeuge und Drohnen ist nicht einsehbar, weshalb einzelne Modellluftfahrzeuge nicht die gleichen Funktionalitäten ausüben können wie Drohnen, auch wenn es tatsächliche Unterschiede bei einem Einsatz geben mag (wie z. B. Reichweite, Geschwindigkeit, Einsatzdauer). Jeder Versuch einer Definition müsste sich an objektiven Eigenschaften einer Drohne orientieren. Bisher ist keine derartige Definition bekannt, was insbe-

sondere an der Vielfalt der Drohnentypen liegt. Es erscheint unwahrscheinlich, dass eine technische Definition Drohnen klar von Flugmodellen abgrenzen kann.

Wir sind zu dem Schluss gekommen, dass eine begriffliche Unterscheidung zwischen Modellluftfahrzeugen und Drohnen technisch nicht exakt gezogen werden kann, aber auch nicht zwingend notwendig erscheint, weil unterschiedliche Regulierungsfolgen (nicht aber die Definition als solche) über verschiedene Einsatzzwecke definiert werden könnten. Störend ist allerdings, dass der Begriff Modellluftfahrzeug in der heutigen Gesetzgebung dominiert. In der Schweiz erscheint er als gesetzlicher Oberbegriff, was bereits rein etymologisch nicht überzeugt: Der Begriff Modellluftfahrzeug deutet darauf hin, dass es sich um eine Miniaturisierung eines größeren Originals (z. B. Flugzeug oder Helikopter) handelt, was bei Drohnen in der Regel gerade nicht der Fall ist. Das deutsche Luftverkehrsgesetz nennt den Begriff Drohne ebenfalls nicht, unterscheidet aber bei den unbemannten Fluggeräten zwischen solchen, die nicht zu Zwecken des Sports oder der Freizeitgestaltung betrieben werden (i. e. unbemannte Luftfahrtsysteme) und Flugmodellen (BJV 2017, § 1). Der Begriff „unbemannte Luftfahrtsysteme“ zur Bezeichnung kommerziell genutzter Drohnen erscheint allerdings ebenfalls ungeeignet, weil er international als Überbegriff für alle unbemannten Fluggeräte verwendet wird. Es sollte einen geeigneten Überbegriff über die Unterkategorien Flugmodelle und Drohnen geben.

Einbindung in den Luftraum

Kontrollierter und unkontrollierter Luftraum

Der Luftraum ist gemäß Vorgaben der ICAO in verschiedene Zonen unterteilt. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen dem kontrollierten und dem unkontrollierten Luftraum. Im kontrollierten Luftraum – in der Regel die Zone ab 2000 Fuß (610 m) über Grund – wird der Flugverkehr von der Flugsicherung überwacht. Der kontrollierte Luftraum besteht aus mehreren Luftraumklassen: Je nach Klasse wird der Luftverkehr gestaffelt, d. h. der Fluglotse ist in seinem Sektor dafür verantwortlich, die Flugzeuge so zu lotsen, dass es nicht zu gefährlichen Annäherungen kommt.

Damit Drohnen ohne direkten Sichtkontakt zum Piloten im kontrollierten Luftraum betrieben werden können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: Erstens muss die Drohne über die gleichen Bordsysteme wie jedes andere Verkehrsflugzeug verfügen (Autopilot, Radionavigation etc.). Zweitens muss

der Drohnenpilot an der Bodenstation in der Lage sein, die gleichen Aufgaben zu erfüllen, wie wenn er an Bord des Flugzeugs wäre. Dazu zählen insbesondere die Kommunikation mit dem Fluglotsen und die Möglichkeit, Anweisungen des Fluglotsen als Steuerkommandos an die Drohne zu schicken. Drittens muss der Gesetzgeber die Drohne von der Pflicht zum Sehen und Gesehenwerden (*see and avoid*) unter der Voraussetzung befreien, dass die Staffelung durch die Flugsicherung und das Airborne Collision Avoidance System genügend Kollisionssicherheit bieten. In der Praxis verfügen nur entsprechend große Drohnen über die Zuladungskapazität für hierzu notwendige Bordelektronik.

Die meisten Drohnen fliegen heute im unkontrollierten Luftraum, wo der Flugverkehr nicht von der Flugsicherung überwacht und gestaffelt wird. Auch wenn Instrumentenflug (Pilotieren ohne optisch wahrnehmbare Referenzpunkte) dort nicht verboten ist, müssen von allen Luftverkehrsteilnehmern die Ausweichregeln des Sichtflugs angewendet werden. Es gilt das Prinzip „Sehen und Gesehenwerden“. Betreiber von Drohnen gehen oft davon aus, dass im untersten Höhenband des unkontrollierten Luftraums (abgesehen von Flugplätzen) – also bis 2000 Fuß über Grund – keine Luftfahrt stattfindet. Diese Annahme ist falsch. Zwar sind Piloten generell dazu angehalten, außer zu Start und Landung in mindestens 500 Fuß (152 m) über Grund zu fliegen. In der Praxis geht dies jedoch nicht immer. Beispiele sind Ballonfahrer, Gleitschirmpiloten und Segelflieger, die auf einem Acker landen müssen, oder Rettungshubschrauber, die außerhalb von Flugplätzen und Heliports landen und starten. Zudem werden Helikopter zum Personen- und Materialtransport eingesetzt. Drohnen, die im unkontrollierten Luftraum betrieben werden sollen, müssen also in der Lage sein, das Prinzip „Sehen und Gesehenwerden“ uneingeschränkt zu erfüllen.

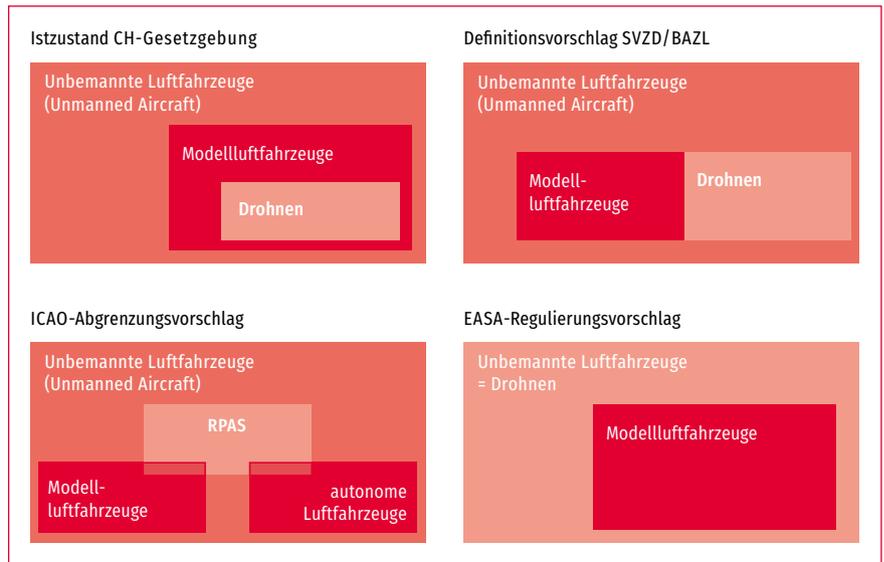


Abb. 1: Bestehende Definitionsvorschläge zum Drohnenbegriff. SVZD: Schweizer Verband Ziviler Drohnen. BAZL: Bundesamt für Zivilluftfahrt. ICAO: International Civil Aviation Organization. EASA: European Aviation Safety Agency. Quelle: adaptiert aus Christen et al. (2018)

Genau dies ist das Kernproblem der heutigen Nutzung von Drohnen. Die Sichtflugregeln beinhalten Vorschriften, die festlegen, wie die Luftfahrzeuge einander ausweichen müssen – ähnlich den Vorfahrtsregeln im Straßenverkehr. Das Prinzip „Sehen und Gesehenwerden“ bedingt gemäß dem in der Luftfahrt gängigen Verständnis ausgereifte kognitive Fähigkeiten, denn die Befolgung dieses Prinzips ist nicht nur eine Frage der Wahrnehmung, sondern auch des Erkennens potenzieller Absichten des Gegenübers. Technisch realisierte Autonomiefähigkeit dürfte zwar bald zu Kollisionsschutzsystemen führen, die über elektronische Sensoren die anderen Luftverkehrsteilnehmer rechtzeitig erkennen und bei Bedarf Manöver einleiten können (*detect*

Ein nicht zu unterschätzendes Risiko bilden deshalb Kollisionen mit anderen Luftraumteilnehmern. Mit der zunehmenden Verbreitung von Drohnen stellen diese zum Beispiel bei Einsätzen von Rettungskräften eine große Gefahr dar, wenn Rettungshelikopter oder Löschflugzeuge behindert werden. In den letzten Jahren gab es regelmäßig Berichte von Beinahe-Kollisionen von Flugzeugen mit Drohnen. Für den Piloten eines Flugzeugs ist eine Drohne aus dem Cockpit auch mit Kenntnis der Position der Drohne enorm schwierig zu erkennen. Kontrollierte Versuche (Remote Vision 2016), in denen Annäherungsszenarien zwischen einer Drohne und einem Motorflugzeug getestet wurden und der Pilot stets Kenntnis über die Position der

Die meisten Drohnen fliegen heute im unkontrollierten Luftraum, wo der Flugverkehr nicht von der Flugsicherung überwacht und gestaffelt wird.

23

and avoid) – doch dies entspricht nicht dem See-and-avoid-Prinzip. Genau aus diesem Grund ist in der Schweiz und anderswo ein direkter Sichtkontakt mit der Drohne obligatorisch, um diese betreiben zu können (für Ausnahmen braucht es Spezialbewilligungen). Der Drohnenpilot muss also während des gesamten Fluges Blickkontakt zu seinem Fluggerät haben, das Fluggerät muss in *visual line of sight* (VLOS) sein. Dies bedingt insbesondere, dass der Drohnenpilot Fluglage und Flugrichtung der Drohne jederzeit eindeutig erkennen können muss, um einen sicheren Flugbetrieb zu gewährleisten. Selbst bei optimalen Sichtverhältnissen ist dieser Operationsraum sehr begrenzt. Bei einer Standard-Drohne (DJI Mavic mit 85 Millimeter Querschnitt) beträgt die maximale Entfernung, in der die Drohne noch sicher erkannt werden kann, lediglich 97 Meter (Christen et al. 2018). Viele der kommerziell interessanten Anwendungen sind also im VLOS-Betrieb nur sehr eingeschränkt möglich.

Drohnen als Sicherheitsrisiko

Die Erfordernisse der Flugsicherheit sind in mehrfacher Hinsicht ein Problem für die gegenwärtige Nutzung von Drohnen. Beim Flug im VLOS-Betrieb ist der Drohnenpilot für eine sichere Flugdurchführung verantwortlich. Er muss drohende Kollisionen rechtzeitig erkennen und angemessen darauf reagieren. Er erfüllt hier also die gleiche Aufgabe wie der Pilot eines Flugzeugs beim Sichtflug. Flugzeugbesatzungen müssen sich einer regelmäßigen flugmedizinischen Untersuchung unterziehen, bei der insbesondere die Sehfähigkeit geprüft wird. Es ist zu überdenken, ob entsprechende Auflagen nicht auch für Drohnenpiloten eingeführt werden müssen. Insbesondere bei Fluggeräten, bei denen der Autopilot die Lageregelung übernimmt, darf davon ausgegangen werden, dass der Drohnenpilot unter Umständen auch dann noch Sichtkontakt deklariert, wenn das Fluggerät für ihn nur noch als Punkt erkennbar ist.

Drohne hatte, haben gezeigt, dass bei der optischen Identifizierung einer Drohne meist nur knapp vier Sekunden für ein Ausweichmanöver übrigbleiben. Ein Motorflugpilot kann also eine Drohne in der Regel nicht erkennen und die Verantwortung für ein Ausweichmanöver muss beim Drohnenpiloten liegen. Dies wurde auch in den neusten Regeln der EASA (2017) entsprechend festgehalten.

Mantragende Luftfahrzeuge müssen entsprechend den heute geltenden Zertifizierungsgrundlagen nur Vorschriften für Kollisionen mit Vögeln erfüllen. Die Kollision eines Luftfahrzeugs mit einer Drohne ist jedoch selbst bei ähnlichem Gewicht nicht mit Vogelschlag vergleichbar (Hambling 2016). Eine Droh-

Kollisionen mit anderen Luftraumteilnehmern sind ein nicht zu unterschätzendes Risiko. Auch die Sicherheit von Passanten und Tieren muss gewährleistet sein.

ne besteht aus festen Materialien, die im Fall eines Einsaugens in ein Triebwerk oder beim Einschlag in eine Cockpitscheibe einen weitaus größeren Schaden anrichten können (bis hin zur vollständigen Zerstörung des Triebwerks oder Tötung des Piloten).

Beim Einsatz von Drohnen muss auch die Sicherheit von Passanten und Tieren gewährleistet sein. Zu Unfällen kann es kommen, wenn die Drohne über Personen oder Tieren unkontrolliert

abstürzt oder wenn Start- oder Landezonen nicht vor einem unbefugten Zutritt gesichert sind. Dies ist insbesondere bei der geplanten Paketzustellung an private Lieferadressen eine Herausforderung. Ein außer Kontrolle geratener Multikopter kann ein erhebliches Gefährdungsrisiko darstellen (DEKRA 2017). Trotz des obligatorischen Meldewesens nach EU-Verordnung 376/2014 ist die Anzahl der Abstürze von Drohnen nahezu unbekannt, die Dunkelziffer dürfte enorm groß sein. Einzig in Bezug auf die militärische Verwendung von Drohnen sind ansatzweise Zahlen bekannt. Hier zeigt sich, dass die Ausfallraten bei Drohnen deutlich über jenen von manntragenden Flugzeugen lagen (Referenzen in Christen et al. 2018).

Zudem stellen Witterungseinflüsse wie Regen, Schnee, Eis, Feuchtigkeit, extreme Temperaturen, starke Winde sowie Turbulenzen Herausforderungen für die Strukturfestigkeit von Drohnen dar. Solche Aspekte müssen bei einer Risiko- und-Safety-Analyse berücksichtigt werden. Da Drohnen in tiefen atmosphärischen Schichten betrieben werden, dürfte das Problem der Vereisung eine besondere Herausforderung darstellen. Sollten dereinst Drohnen in rauen Wetterbedingungen eingesetzt werden, ist ein beträchtlicher Aufwand zu leisten, um zum Beispiel Redundanzen für die elektrische Versorgung und Navigation sowie die elektromagnetische Verträglichkeit und generell die Widerstandsfähigkeit gegen natürliche Einflussfaktoren wie Wasser oder Blitzeinschläge einzuführen (Referenzen in Christen et al. 2018).

Verkehrsmanagementsystem für Drohnen

Eine breite kommerzielle Nutzung von Drohnen dürfte nur dann gelingen, wenn Flüge ohne direkten Sichtkontakt (*beyond visual line of sight*, BVLOS) möglich werden, was die Lösung zahlreicher Sicherheitsfragen voraussetzt. Insbesondere braucht es ein brauchbares Kollisionsschutzsystem. Wenn Drohnen im Luftraum genutzt werden, wird man deshalb ein angepasstes Verkehrsmanagementsystem für Drohnen entwickeln müssen. In Europa spricht man diesbezüglich vom „U-Space“, definiert als „set of new services, and specific procedures designed to support safe, efficient and secure access to airspace for large numbers of drones“ (SESAR JU 2017).

So ein System muss schrittweise aufgebaut werden, da neue Technologien und Verfahren eingesetzt werden. Der erste Schritt könnte die Einführung eines Drohnenkorridors im Luftraum unter 150 Meter sein. Danach könnte die Einführung kooperativer (d. h. entsprechend ausgerüstete Fluggeräte tauschen ihre Positionsdaten aus) und nicht-kooperativer Navigationssysteme

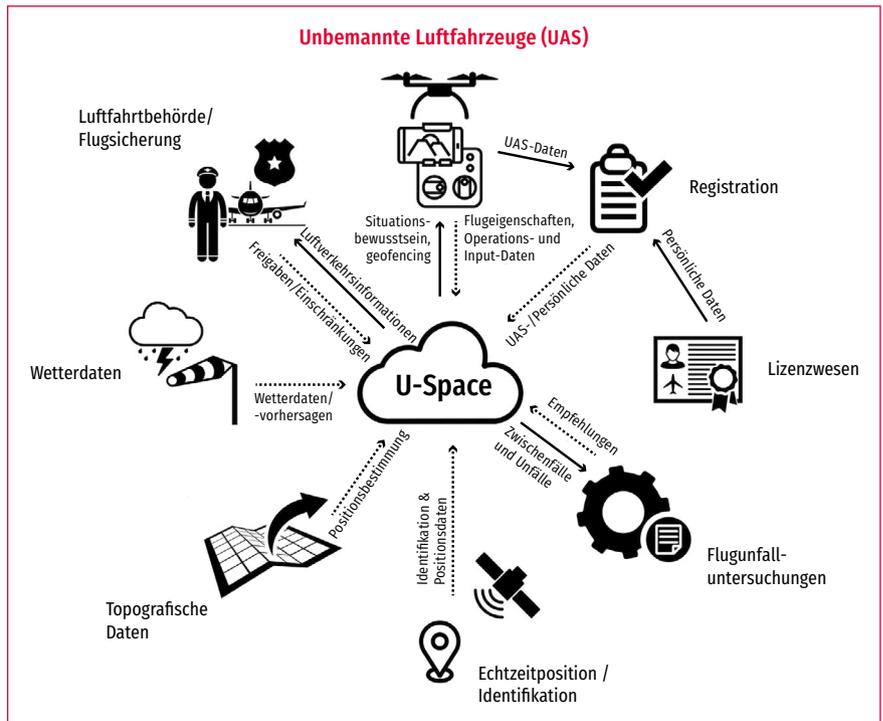


Abb.2: Elemente eines Verkehrsmanagementsystems für Drohnen.

Quelle: Christen et al. (2018)

in entsprechenden Flugzonen folgen. Ein dritter Schritt wäre dann die volle Integration der Drohnen ins heutige Luftfahrt System mit Instrumented-Flight-Rules-Operationen. Abbildung 2 zeigt die dafür notwendigen Elemente in einer Übersicht.

Konkrete Regulation und Vollzug

Stand der internationalen Debatte

Das internationale Regelwerk im Zusammenhang mit zivilen Drohnen ist unübersichtlich. Dies liegt einerseits daran, dass der rechtliche Status wesentlicher Akteure wie beispielsweise der Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems (JARUS) nicht vollständig geklärt und transparent ist. Der EASA fehlte auf der anderen Seite lange Zeit noch die Kompetenz, im Bereich der Drohnen unter 150 kg regulatorisch überhaupt Vorschläge machen zu können, da für die Regulierung und Zulassung von Flugobjekten unterhalb von 150 Kilogramm die nationalen Behörden zuständig sind.

Die EASA hat im August 2016 die inhaltliche Stoßrichtung ihres Regulierungsvorschlags präsentiert. Sie schlägt drei unterschiedliche Risikokategorien (*Open – Specific – Certified*) vor, die je eigene Regulierungserfordernisse aufweisen und die von JARUS übernommen wurden. Wesentliche Grundlage für die verschiedenen Risikobetrachtungen bildete die Zuordnung kinetischer Energien im Zusammenhang mit dem Betrieb ziviler Drohnen zur Wahrscheinlichkeit von Todesfolgen für Personen (nur im Bereich *Open Category*). Je nach Risikokategorie und Unter-

kategorie sind verschiedene Maßnahmen (wie z. B. Geräte- und Operationslimitierungen, Typenprüfungen nach CE-Richtlinien), *Geofencing*, elektronische Registrierung, Pilotenanforderungen, Zertifizierungen) vorgesehen bzw. notwendig. Aufgrund zahlreicher offener Fragen und Kritikpunkte am EASA-Vorschlag war der europäische Regulierungsprozess in jüngster Zeit ins Stocken geraten. Insbesondere Modellflieger (aber nicht nur diese) bezweifeln die Angemessenheit verschiedener Drohnen-Regeln, die auch auf die von der EASA begrifflich nicht unterschiedenen Modellluftfahrzeuge anzuwenden wären. Im Juli 2018 haben nun EU-Parlament und Rat den Text einer neuen Verordnung zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt beschlossen (EU 2018), welche auch die Schaffung von rechtlichen Grundlagen für die sichere Integration unbemannter Luftfahrzeuge in den europäischen Luftraum verlangt. Die EASA arbeitet aktuell an einer Konkretisierung dieses Beschlusses.

Datenschutz

Der Datenschutz im Zusammenhang mit den Einsatzmöglichkeiten ziviler Drohnen ist international ein breit diskutiertes Thema. Auch gemäß Medienanalyse und Expertenumfrage unserer Studie (Christen et al. 2018) ist die mögliche Verletzung der Privatsphäre durch Drohnen das für die Öffentlichkeit relevanteste Thema. Gestützt auf die Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr (EPuR 1995, Art. 29) wurde auf europäischer Ebene eine Datenschutzgruppe eingesetzt. Diese hat im Zusammenhang mit zivilen Drohnen eine Stellungnahme veröffentlicht (Data Protection Working Party 2015). Darin werden verschiedene Forderungen an die Adresse der nationalen und auch des europäischen Gesetzgebers sowie an die Adresse von Hersteller und auch Betreibern formuliert, um die Datenschutzrisiken im Zusammenhang mit zivilen Drohnen beherrschbar zu halten.

Grundsätzlich lässt sich aber bezüglich der Gesetzeslage in der EU (und der Schweiz) feststellen, dass die Risiken der aktuellen Drohnenutzung bezüglich Privatsphäre überschaubar erscheinen und die materiellen Schutzbestimmungen ausreichen – insbesondere auch mit Blick auf die neue Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union. Diese stärkt das Recht auf informationelle Selbstbestimmung – doch insbesondere mit Kameras ausgerüstete Freizeitdrohnen können die faktische Wahrnehmung dieses Rechts erschweren. Die Rechtsprechung, die wissenschaftliche Lehre sowie weitere Stakeholder (Behörden, Legislative, NGOs) sind aber laufend damit beschäftigt, den Umfang und die Grenzen eines informationellen Selbstbestimmungsrechts auszuloten und weiterzuentwickeln. Diese Bestrebungen sind bereichsübergreifend und unabhängig von der Nutzung ziviler Drohnen, können und müssen aber selbstverständlich in diesem Bereich ebenfalls anhand konkreter Fragestellungen weitergeführt werden.

Mängel bestehen allerdings bei der formellen Durchsetzung der inhaltlichen Rechtsansprüche. Obwohl zivile Drohnen funktional meist nicht mehr sind als Kameras und andere bereits be-

stehende Überwachungsinstrumente (auch wenn Drohnen bisweilen sehr viel effizienter agieren können), stehen der Durchsetzung materieller Schutzansprüche oft unlösliche Hindernisse gegenüber. Bei anonymen Einsätzen nicht registrierter Drohnen wird es einer in ihrer Privatsphäre oder in ihren datenschutzrechtlichen Ansprüchen verletzten Person in der Regel unmöglich sein, wirksam dagegen vorzugehen. Diese Situation ist aus rechtsstaatlicher Sicht unbefriedigend und nur mittels vorbeugender Schutzmaßnahmen (wie z. B. einem Drohnenregister) lösbar. Der Prüfung der Machbarkeit bzw. der Ausgestaltung einer solchen Maßnahme muss dabei Priorität zukommen, schließlich sollte der administrative Aufwand (insbesondere im Zusammenhang mit kleinen Drohnen) in einem vernünftigen Verhältnis zum damit verfolgten Zweck stehen.

Fazit

Die Einbindung von zivilen Drohnen in den Luftraum ist mit zahlreichen Herausforderungen verbunden, die nach Lösungen verlangen. Gemäß unserer Ansicht sind hierfür insbesondere folgende Maßnahmen erforderlich:

- Der Begriff Drohne ist – ohne ihn technisch von den Modellluftfahrzeugen abzugrenzen – im Regulativ einzuführen. Es sollten unterschiedliche Regulierungen für Einsatzbereiche von Drohnen und Modellluftfahrzeuge dort vorgesehen werden, wo sie aufgrund tatsächlicher Verhältnisse gerechtfertigt erscheinen und nicht begrifflich begründet sind.
- Forschungen und Stakeholder-Dialoge, welche zur Schaffung eines Flugverkehrsmanagements für unbemannte Luftfahrzeuge (U-Space) beitragen, sind zu fördern.
- Um Vollzugsprobleme z. B. im Bereich Datenschutz zu lösen, ist eine Registrierungspflicht erforderlich, damit den materiellen Normen auch tatsächlich Beachtung verschafft werden kann. Zudem sollte ein solches System ein elektronisches *call sign* haben, damit eine Drohne immer identifiziert werden kann. Ergänzend sind Richtlinien für die Ausbildung von Drohnenpiloten zu bestimmen und umzusetzen. Die Hersteller bzw. Händler von Drohnen sollten verpflichtet werden, den Verkaufs- bzw. Versandpackungen die maßgeblichen Bestimmungen zur geltenden Rechtslage beizulegen.

Literatur

- BJV – Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2017): Luftverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007, zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 11 G v. 20. 7. 2017. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/luftvg/BJNR006810922.html>, zuletzt geprüft am 15. 10. 2018.
- Christen, Markus; Guillaume, Michel; Jablonowski, Maximilian; Lenhart, Peter; Moll, Kurt (2018): Zivile Drohnen. Herausforderungen und Perspektiven. Zürich: vdf Hochschulverlag. Online verfügbar unter www.ta-swiss.ch/projekte-und-publikationen/informationsgesellschaft/zivile-drohnen, zuletzt geprüft am 29.11.2018.

- Clarke, Roger (2014): Understanding the drone epidemic. In: Computer Law & Security Review 30, S. 230–246.
- Data Protection Working Party (2015): Opinion 01/2015 on Privacy and Data Protection Issues relating to the Utilisation of Drones, adopted on 16 June 2015. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2015/wp231_en.pdf, zuletzt geprüft am 17.10.2018.
- DEKRA (2017): Hohe Verletzungsgefahr durch Drohnen. Online verfügbar unter <https://www.dekra.de/de-de/hohe-risiken-durch-kleine-flieger>, zuletzt geprüft am 15.07.2018.
- EASA – European Aviation Safety Agency (2015): Vorschlag für die Erstellung von gemeinsamen Vorschriften für den Betrieb von Drohnen in Europa. Online verfügbar unter https://www.easa.europa.eu/download/ANPA-translations/205933_EASA_Summary%20of%20the%20ANPA_DE.pdf, zuletzt geprüft am 15.07.2018.
- EASA (2016): „Prototype“ commission regulation on unmanned aircraft operations. Online verfügbar unter <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/UAS%20Prototype%20Regulation%20final.pdf>, zuletzt geprüft am 15.07.2018.
- EASA (2017): Introduction of a regulatory framework for the operation of drones. Notice of proposed amendment 2017-05 (A). Online verfügbar unter <https://wpo-altertechnology.com/easa-european-aviation-safety-agency-notice-proposed-amendment-2017-05>, zuletzt geprüft am 27.09.2018.
- EPuR – Europäisches Parlament und Rat (1995): Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Oktober 1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A31995L0046>, zuletzt geprüft am 15.10.2018.
- EU – European Union (2018): Regulation (EU) 2018/1139 of the European Parliament and of the Council of 4 July 2018 on common rules in the field of civil aviation and establishing a European Union Aviation Safety Agency. Online verfügbar unter <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/1139/oj>, zuletzt geprüft am 25.09.2018.
- Germann, Peter (2016): Modellflug und Drohnenbetrieb. Der Unterschied. In: AeroRevue Heft 11/2016, S. 13.
- Hambling, David (2016): What really happens when a drone strikes an airplane. Online verfügbar unter <http://www.popularmechanics.com/flight/drones/a24467/drone-plane-collision>, zuletzt geprüft am 15.07.2018.
- ICAO – International Civil Aviation Organization (2011): Unmanned aircraft systems (UAS). Online verfügbar unter https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf, zuletzt geprüft am 15.07.2018.
- Remote Vision (2016): SVZD See and Avoid mit FLARM. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=pXlbra6P8zc>, zuletzt geprüft am 15.07.2018.
- SESAR JU – Single European Sky Air traffic management Research Joint Undertaking (2017): U-space blueprint. Key principles of u-space. Luxemburg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2829/335092.



PD DR. MARKUS CHRISTEN

ist seit 2016 Geschäftsführer der Digital Society Initiative und leitet eine Forschungsgruppe am Institut für Biomedizinische Ethik der Universität Zürich. Seine Forschungsgebiete sind Ethik von Informations- und Kommunikationssystemen, Neuroethik und Empirische Ethik.



PROF. DR. MICHEL GUILLAUME

ist seit 2012 Leiter des Zentrums für Aviatik an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften und seit 2016 Professor für Systemintegration und Strukturintegrität. Er lehrt und forscht in Aerodynamik, Flugzeug-Strukturdesign sowie Systems Engineering in Unmanned Aviation und Space Systems.



MAXIMILIAN JABLONOWSKI

ist seit 2013 Assistent am Institut für Sozialanthropologie und Empirische Kulturwissenschaft der Universität Zürich, wo er mit einer Arbeit über die soziotechnischen Imaginationen zu zivilen Drohnen doktorierte. Seine Forschungsschwerpunkte sind Science & Technology Studies sowie Visual Anthropology.



DR. PETER M. LENHART

ist seit 2014 Dozent an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Er leitet dort die Forschungsgruppe Mensch-Maschine-Systeme in der Luftfahrt. Seine Forschungsinteressen umfassen die Mensch-Drohne-Interaktion und Flugbetriebsverfahren für unbemannte Luftfahrzeuge.



DR. KURT MOLL

ist seit 2006 selbständiger Rechtsanwalt in Bern und seit 2007 Dozent für Verkehrsrecht an der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften. Seine Forschungs- und Studienschwerpunkte liegen auf regulatorischen Zusammenhängen und Konzepten im Verkehrsbereich.

Das Potenzial von Drohnen in der Archäologie

Überlegungen zu Chancen und Risiken

Jens Crueger, *Digital-Historiker.de*, Hülgelstraße 15, 28307 Bremen (jens@crueger.info)

Drohnen können in Kombination mit diversen Nutzlasten, etwa Digitalkameras, wertvolle Beiträge zur Dokumentation archäologischer Grabungen und zur Erkundung von Terrain für die archäologische Forschung leisten. Aufgrund der Effizienz und Geschwindigkeit ihrer Datengewinnung, der Möglichkeit schwierige Gelände zu erschließen und ihrer kostengünstigen Anschaffung haben Drohnen das Potenzial, die Archäologie in Richtung eines minimalinvasiven Top-Down-Ansatzes disruptiv zu verändern. Gleichzeitig besteht neben verschiedenen unklaren Rahmenfaktoren das Risiko, dass Drohnen zu einer Bedrohung für das archäologische Kulturerbe werden können.

The potential of drones in archeology *Reflections on opportunities and risks*

Drones, in combination with applications such as digital cameras, can make valuable contributions to the documentation of archeological excavations and to low-level remote sensing. Due to their efficiency and speed of data acquisition, their ability to explore difficult terrain, and their low purchase price, drones have the potential to disruptively change archeology towards a minimally invasive top-down approach. At the same time, in addition to various unclear framework factors, there is the risk that drones may become a threat to the archaeological heritage.

Keywords: *drone, UAV, archeology, remote sensing, excavation*

Drohnen, auch als Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) bezeichnet, werden im Bereich der archäologischen Forschung bereits zu vielfältigen Zwecken eingesetzt, etwa zur Aufklärung, für Luftaufnahmen, zur Grabungsdokumentation, Kartierung und Photogrammetrie. Des Weiteren sind mit entsprechender technologi-scher Ausstattung auch Aufgaben im Denkmalschutz, zur Überwachung und Luftfernerkundung möglich (Gutiérrez und Searcy 2016, S. 6). In der Archäologie wird ihnen sogar die Rolle eines *Game Changer* zugesprochen, da sie in Kombination mit neuen Methoden und neuer Ausstattung die Möglichkeit

zu einer wesentlich effektiveren Datenerfassung im Feld versprechen (ebd., S. 6). Bereits heute dienen UAVs als Plattformen für den Einsatz verschiedener Technologien, an deren Entwicklung Archäologen selbst beteiligt sind und von denen sie sich besondere Fortschritte erwarten (Campana 2017, S. 294). Dieses 'Technikoptimismus' eingedenk werden im Folgenden einige der Einsatzmöglichkeiten von Drohnen in der Archäologie hinsichtlich ihres innovativen und disruptiven Potenzials sowie ihrer Risiken näher beleuchtet. Dabei nimmt dieser Aufsatz die Perspektive einer Critical Digital Archaeology ein, um bei aller Begeisterung für die Möglichkeiten des technisch Leistbaren, gleichwohl einen „slightly more cautious approach“ zu wählen (Cruz 2014, S. 111).

Ein Grundproblem archäologischer Datenerhebung begründet sich aus dem trivial anmutenden Umstand, dass ein Großteil ihrer benötigten Informationen in Form kultureller Artefakte und deren unmittelbaren Kontextes in älteren Erdschichten verborgen liegt, weshalb die Auffindung, Dokumentation und Sicherung dieser Funde und Befunde Gegenstand großer methodischer Sorgfalt sind. Im Rahmen archäologischer Grabungen sind Drohnen zur fotografischen Dokumentation bereits gut erprobt, wobei sie in einem Höhenbereich zwischen 2 und 100 Metern eingesetzt werden, um Foto- oder Videoaufnahmen anzufertigen (Bofinger und Steffen 2014, S. 110). Sie ersetzen auf diese Weise Fotoleitern und Drehleitern bzw. Hubsteiger (Abb. 1). Eine weitere wichtige Aufgabe kommt Drohnen bei der möglichst umfänglichen Analyse der noch intakten Bodenoberfläche zu, die mittels Bodenprospektion auf Überreste früherer Kulturen untersucht wird.

Effizienz, Geschwindigkeit und Reichweite

In ihrer Funktion der Dokumentation von archäologischen Grabungen reihen sich moderne UAVs in einen langen technologischen Pfad ein, dessen Ziel eine möglichst akkurate bildliche Grabungsdokumentation aus erhöhter Perspektive war und ist, auf deren Grundlage sich mittels photogrammetrischer Verfahren maßhaltige Grabungspläne erlangen lassen (Reinhard 2013, S. 177). Dieser technologische Pfad begann bei simplen Leitern, führte über Drachen, hölzerne Gerüste und Stativkonstruktio-



Abb. 1: Fotografische Dokumentation einer Grabung in Bremen-Kirchhuchting, aufgenommen mit einer Phantom 3 Advanced Flugdrohne und dji-Kamera.
Quelle: Landesarchäologie Bremen

nen bis hin zu modernen Drehleitern, Hubarbeitsbühnen, Fototürmen und Teleskopmasten. Dabei lässt sich ein technologischer Teilpfad herauslesen, der „unbemannte fliegende Kameraplattformen“ nutzte, etwa mithilfe von Ballonen, Luftschiffen, Drachen, Helikites oder ferngesteuerten Flugmodellen (ebd., S. 177). UAVs bilden mithin ein weiteres logisches Glied dieser technologischen Kette. Sie erhöhen den Grad der epistemischen Präzision und bedeuten zugleich einen erheblichen Zugewinn an Effizienz und Geschwindigkeit, denn sie beschleunigen die Erledigung der Aufgabe um das bis zu Achtfache (Koltermann et al. 2014, S. 236). Hinzu kommt ihre Flexibilität im Einsatz, die sie wesentlich von anderen Trägertechnologien wie Flugzeugen oder gar Satelliten abhebt. Auch die vollständige Kontrollier- und Steuerbarkeit durch die ArchäologInnen selbst macht sie zu einem effektiven Werkzeug (Campana 2017, S. 293). Diese Effektivität in der archäologischen Feldarbeit ist als grundsätzliches Charakteristikum digitaler Werkzeuge bereits mehrfach beschrieben und kaum kritisiert worden (Daly und Evans 2006, S. 4). Dabei liegt gerade darin ein Segen, der zugleich Risiken birgt.

Drohntechnologie verspricht eine deutliche qualitative Verbesserung der Grabungsarbeit: Es werden während der Grabung Zeitressourcen freigesetzt, da das Grabungsteam von fotografischem Dokumentationsaufwand entlastet wird. Drohnen ermöglichen dabei zugleich eine höhere Frequenz von Aufnahmen, so dass das Grabungsgeschehen umfassender dokumentiert werden kann. Flächen können viel besser und schneller als bislang bildtechnisch erfasst werden, es können größere Gebiete problemlos erschlossen werden, und in der Kombination mit modernerameratechnologie lassen sich Daten in einem Umfang und einer Qualität sammeln, die als 3-D-Modelle dank entsprechender

Verarbeitungs- und Visualisierungssoftware ein großes epistemisches Potenzial bergen. Feldversuche deuten darauf hin, dass diese kostengünstige und zeiteffiziente Form der Sammlung von 3-D-Geländedaten nicht nur zu Zwecken der Dokumentation genutzt werden kann. Bei geeignetem Gelände mit niedriger Vegetation werden Ergebnisse erzielt, die qualitativ auch mit modernen terrestrischen Scannern konkurrenzfähig sind, obgleich diese wesentlich teurer in der Anschaffung und zeitaufwändiger in der Nutzung sind. So stellt Vuković (2016, S. 52) fest: „low altitude photographs and first person video (FPV) can be used for documentary purposes as well as for remote sensing, especially when a certain area is suspected to have cropmarks or soilmarks“. Dadurch weitet sich das Anwendungsfeld für Drohnen in der Archäologie erheblich, denn es bedeutet nicht nur eine Fortsetzung des bekannten Technologiepfades der fotografischen Dokumentation

aus geringer Höhe, sondern es erweitert das Nutzungsfeld hinein in die Bodenprospektion.

Drohnen mit geeigneter Kompaktkamera und 3-D-Software liefern dafür bereits bei heutigem technischen Stand qualitativ wertvolle Ergebnisse (ebd.). Allerdings sind Einschränkungen bezüglich der Reichweite und Flugdauer zu machen, insbesondere in Ländern, in denen nur ein Flug im Sichtbereich gesetzlich zulässig ist. Diese drohnengestützte Bodenprospektion mittels Foto-, aber ebenso Laser-, Radar- oder weiterer Technologien zur Fernerkundung (*remote sensing technologies*) ist hinsichtlich des erzielbaren Effizienzgewinns, aber auch des Zugewinns an Anwendungsmöglichkeiten, als geradezu disruptiv einzuschätzen. So haben Feldversuche bereits gezeigt, dass der drohnengestützte Einsatz eines LiDAR-Scanners bewaldetes Gelände wesentlich besser erfassen kann, als dies in der Vergangenheit möglich war. Es offenbart sich etwa am Beispiel der Mittelmeerregion, dass hier in der Vergangenheit die vegetationsärmere Flachlandregion im Mittelpunkt archäologischer Forschung stand. Die deutlich stärker von Vegetation und auch von Bewaldung geprägten Hochlandregionen hingegen lassen sich mit gängigen landschaftsarchäologischen Methoden schlecht erfassen und stellen deshalb bislang eine methodisch bedingte Forschungslücke dar (Campana 2016, Folie 42). So kann mittels entsprechend ausgerüsteter Drohnen eine Ausweitung der methodischen Reichweite in schwierigerem, vegetationsreichem Gelände gelingen und der bisherige blinde Fleck in der Landschaftsarchäologie aufgehellt werden (ebd., Folie 54).

Als Unsicherheitsfaktor sollte jedoch angemerkt werden, dass die Frage, wo zivile Drohnen zum Einsatz kommen können, auch eine politisch-regulative Dimension besitzt. Bereits heute

gibt es aus verschiedenen Sicherheitsaspekten heraus begründete Einschränkungen der freien Nutzung von UAVs, etwa in der Nähe von Flughäfen oder militärischen Sicherheitszonen, die für den Einzelfall die Einholung einer Genehmigung erforderlich machen (Deutsche Flugsicherung o. J.). Unabhängig von der im April 2017 in Kraft getretenen Drohnenverordnung (DBR 2017.) bleibt offen, inwiefern bei mittel- und langfristig zu erwartendem deutlichen Anstieg an Drohnenflügen eventuell schärfere Bestimmungen getroffen werden. Der geographische Gegenstandsbereich der verschiedenen archäologischen Disziplinen bringt es mit sich, dass nicht nur die Rechtslage in Deutschland relevant ist, sondern bei Grabungen im Ausland die dort jeweils geltenden Regeln. In den USA beispielsweise ergibt sich ange-

und geringer Invasivität anzuwenden: von mit Flugzeugen und Ballons gewonnenen Luftbildern und Kitefotografien bis hin zu Geländebegehungen. Schließlich führe diese Methodenkaskade dann zur Methode mit dem kleinsten Rahmen und der größten Invasivität, nämlich der physischen Grabung (ebd., S. 5 f.).

Dahinter steht die Hoffnung, mittels der verschiedenen bildgebenden und zugleich nicht-invasiven Verfahren derart viele aufschlussreiche Daten über Landschaft und konkrete Einzelorte zu gewinnen, dass am Ende nur noch sporadische Grabungen zur Bergung einzelner Artefakte oder messbarer Ionen nötig sind. Spielten Drohnen bei Hunt und Lipo im Jahr 2008 noch keine Rolle, so sehen dieselben Autoren drohnengestützte Remote-Sensing-Technologien mittlerweile als wesentliches Inst-

Bildgebende und zugleich nicht-invasive Verfahren mit Drohnen vermitteln die Hoffnung, dass nur noch sporadische Grabungen nötig werden.

29

sichts der Rechtslage zur Nutzung von Drohnen für gewerbliche Zwecke bereits heute die Situation, dass Wissenschaftler durch die ungünstigen rechtlichen Vorgaben von der Entwicklung neuer Methoden und Werkzeuge für die Drohnenutzung abgehalten wurden (Searcy 2016, S. 43). In jedem Fall bedeuten territoriale Einschränkungen des Drohnenflugs für eine Archäologie, die zur Bodenprospektion und damit zur Lokalisierung neuer Grabungsplätze zunehmend auf Luftbilder aus dem Drohnenflug setzt, eine Verzerrung ihres Aufmerksamkeitshorizontes und die Entstehung neuer blinder Flecken. Dort, wo Drohnen ungehindert eingesetzt werden können, stehen die Chancen für die Auffindung neuer archäologischer Fundorte mithin besser als dort, wo dies aus regulativen Gründen verwehrt bleibt.

Minimalinvasivität und Forschungsethik

Neben der Steigerung von Effizienz, Geschwindigkeit und Reichweite stellen Drohnen auch einen Treiber für einen neuen Ansatz minimalinvasiver archäologischer Feldforschung dar. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Etablierung von Methoden der Fernerkundung wie Satelliten- und Flugzeugbilder (Agapiou und Lysandrou 2015), haben Hunt und Lipo (2008) auf die Bedeutung daraus gewonnener Erkenntnisse für die Erreichung des Ziels einer *Conservation Ethic* hingewiesen. Letztere verstehen die Autoren als das Paradigma „to minimize damage to the archaeological record whenever possible“ (ebd., S. 5). In diesem Zusammenhang definieren die Autoren den „top-down approach“ bzw. die „top-down archaeology“, derzufolge eine Forschungsstrategie in ihrem methodischen Vorgehen zunächst mit der Methodik zu beginnen habe, die bei größtem Betrachtungsrahmen zugleich das geringste invasive Potenzial aufweise, namentlich bei Satellitenbildern. Zur Gewinnung weiterer, kleinteiligerer Daten seien nachfolgend die Methoden mit kleinerem Rahmen

ument zur Realisierung der *Conservation Ethic* an (Wechsler et al. 2016, S. 42). Das neue archäologische Forschungsparadigma im Drohnenzeitalter lautet somit, die Gewinnung möglichst vieler relevanter Daten bei möglichst geringer physischer Zerstörung zu erreichen. Leistbar scheint dies mittels eines möglichst großen Anteils an luftgestützter Erkundung bei einem möglichst geringen Anteil an physischer Grabung.

Sollte sich dieses Paradigma durchsetzen, so könnte es über die Normalwissenschaft hinausreichen und den Stellenwert einer wissenschaftlichen Revolution erlangen. Nach Thomas S. Kuhn wird der Übergang von alter zu neuer Wissenschaft durch eine Phase der Inkommensurabilität gekennzeichnet, d. h. durch die Verschiebung jenes Problembereichs, der vom Fach als notwendiger- und legitimer Weise zu bearbeiten ist (Hoyningen-Huene 1989, S. 203 f.). Die Etablierung von Drohnen als Werkzeug der Archäologie in Verbindung mit der Verlagerung des Erkenntnisinteresses hin zur Minimalinvasivität kann als Inkommensurabilität gedeutet werden. In eine ähnliche Richtung argumentieren Roosevelt et al. (2015, S. 342), die in der Verschiebung hin zu einer digitalen Kultur in der Archäologie ein neues Paradigma archäologischer Praxis erkennen, das sich „beyond the concept of excavation as destruction to one of excavation as digitization“ bewege, bis hin zu der Frage nach der Notwendigkeit „for physically defined excavation areas themselves“.

Bereits heute liegen der archäologischen Forschung in Deutschland große Mengen kaum verarbeiteter Rohdaten in Form von Artefakten aus Jahrzehnten der Grabungstätigkeit vor, die allenfalls gelagert, aber kaum bearbeitet werden können. Mittlerweile etabliert sich für diesen Umstand der Begriff der Massendinghaltung, der im Kontext des *Material Turns* verhandelt wird (Hofmann et al. 2016). Angesichts dieses Überangebotes nicht oder kaum erschlossener archäologischer Funde in den Depots der Forschungsinstitutionen bedeutet das neue Para-

digma keinesfalls eine substantielle Abkehr des Faches von Materialitäten. Ebenso wenig droht aus dem Paradigma ein Identitäts- oder Legitimationsdefizit der Archäologie zu erwachsen, im Zuge dessen sich das Selbst- und Fremdbild des Faches als grabender Wissenschaft in Richtung einer „fliegenden“ und „fotografierenden“ Wissenschaft verlagern könnte. Diverse natur- und technikwissenschaftliche Leitmethoden werden in der Archäologie seit den 1950er-Jahren angewendet, angefangen mit der als wissenschaftliche Revolution gehandelten Radiocarbonmethode zur absoluten Datierung organischen Materials (Johnson 1965, S. 762; Wagner 2006, S. 230; Renfrew 2009, S. 121). Diese Ansätze aus den Natur- und Technikwissenschaften reichen mittlerweile über biotische Umweltrekonstruktionen bis zu geoarchäologischen Untersuchungen (Siart et al. 2018, S. 2). Sie werden unter dem Begriff der Archäometrie zusammengefasst und haben sich als Schnittstelle zwischen Naturwissenschaften und Altertumswissenschaften institutionalisiert. Somit ist im Setting der Archäologie mit der Archäometrie bereits ein Rahmen geschaffen, in dem auch digitalgestützte Technologien wie die Drohnenanwendung angebunden werden können, ohne das Selbstverständnis der Archäologie infrage zu stellen.

Raubgrabungen als große Gefahr

Zugleich gibt es neben diesem positiven Potenzial der Drohnen aber auch ein entgegengesetztes Potenzial, das eng mit der Popularisierung von UAVs verbunden ist. Günstige und leicht zu bedienende Multicopter tragen wesentlich zur Verbreitung der Drohnentechnologie innerhalb der archäologischen Praxis bei, was angesichts enger Forschungsbudgets kaum verwundert (Meyer et al. 2016, S. 22). Aufgrund dieser relativen finanziellen und technologischen Voraussetzungslosigkeit von Drohnen für archäologische Zwecke besteht jedoch die hohe Wahrscheinlichkeit, dass diese Technologie das Interesse an archäologischer Erkundung auch über die Grenzen der Wissenschaft hinaus in neue gesellschaftliche Kreise tragen wird.

In der Geschichte der Archäologie wäre dies kein Novum, lässt sich darin doch regelmäßig der Dualismus von interessierten Laien einerseits und professionellen Wissenschaftlern andererseits erkennen, die jeweils – in teilweise kompliziertem Binnenverhältnis zueinander – mit der Ausübung archäologischer Tätigkeiten befasst waren und es bis heute sind. Ausgehend von ihrem bisherigen technologischen Hauptwerkzeug, dem Metalldetektor, werden die heutigen „Hobbyarchäologen“ als Sondengänger klassifiziert. Ein Blick in deren einschlägige Diskussionsforen im World Wide Web zeigt, dass diese Gruppe die Möglichkeiten günstiger kleiner Drohnen zur Lokalisierung von Fundplätzen mit großem Interesse und bereits seit Jahren verfolgt, ausweislich ihrer Berichte in diesen Foren wird die Drohne zunehmend zu einem Bestandteil ihrer Ausrüstung. Einige der Vorteile, die von Drohnen für die professionelle Archäologie ausgehen, können sich hier potenziell ins Gegenteil verkehren, wenn dadurch nämlich illegale Grabungen erleichtert werden.

Über die Rolle der Sondengänger im Feld der Archäologie ist derzeit innerhalb der deutschsprachigen Wissenschaft, beeinflusst nicht zuletzt durch den partizipativen Geist der Konvention von Faro (Europarat 2005), aber auch durch den Diskurs um *Open Science* und *Citizen Science*, eine lebhafte Diskussion entbrannt. Dabei gehen einzelne Positionen wie jene von Huth (2013, 134 f.) so weit, angesichts des „rigorose[n] Vorgehen[s] gegen Sondengänger“ grundsätzlich zu fragen, ob dieses „wirklich sein Ziel erreicht“, schließlich verhindere es „augenscheinlich nicht die Ausbeutung der archäologischen Quellen, sondern führt nur zur Verschleierung eines als illegal gewerteten Treibens“. Huth verweist darauf, dass „die (kooperative, gleichgültige oder abwehrende) Haltung der Archäologen gegenüber den Sondengängern“ entscheidend sei und sich „mit Motivation, Aufklärung und Integration der Sondengänger deutlich mehr“ erreichen lasse, „als durch Ausgrenzung und Kriminalisierung“ (ebd., S. 135). In den Tübinger Thesen zur Archäologie von 2015 lautet denn auch die zweite These: „Die Archäologie sollte Sondengänger zur legalen Kooperation einladen“ (Scherzler und Siegmund 2016, S. 10).

Vor diesem Hintergrund scheint bezüglich der Nutzung von Drohnen durch Laien ein ähnliches Vorgehen ratsam, wie es etwa das Land Nordrhein-Westfalen bei Metalldetektoren gewählt hat: Nach dem Credo „Kaufen ist erlaubt – aber für den Einsatz der Sonde gelten Regeln!“ sollen die Sondengänger in eine Kooperationsbeziehung mit den Behörden der Bodendenkmalpflege gebracht werden (LWL 2017, S. 6). Sondengänger können dort auf Kreisebene eine Erlaubnis zur Begehung bestimmter Flächen beantragen, die an die Erfüllung von Auflagen und Bedingungen gebunden ist, um archäologische Fundorte vor unsachgemäßem Zugriff zu schützen (ebd., S. 29). Solcher denkbaren legalen Möglichkeiten zum Trotz begünstigt jedoch die hohe Mobilität der Drohnen deren unerlaubte Anwendung sehr und erschwert zugleich eine wirksame Kontrolle und Einhegung dieses Phänomens. Insbesondere im globalen Kontext gedacht steht daher zu befürchten, dass die für die wissenschaftliche Praxis so segensreiche Drohnentechnologie für den Schutz archäologischer Stätten eine massive Gefahr darstellt.

Fazit

Es ist zu erwarten, dass durch die Nutzung von Drohnen in Kombination mit bildgebender Technologie künftig deutlich mehr archäologisch wertvolle Informationen mittels des Top-Down-Ansatzes gewonnen werden können. Die Vorteile dessen liegen auf der Hand: Neben dem großen Zugewinn an Effizienz und Geschwindigkeit stellt die Möglichkeit, größere Landschaftsbereiche und schwieriges Gelände gut zu erschließen, eine deutliche arbeitstechnische Erleichterung sowie einen maßgeblichen methodischen Fortschritt für die Forschung dar. Darüber hinaus birgt dieser Forschungsansatz das disruptive Potenzial, deutlich mehr relevante Daten auf minimalinvasive Weise per drohnengestützter Fernerkundung gewinnen zu können, wodurch sich die

Notwendigkeit für aufwendige Grabungen mit den dabei unvermeidlichen Zerstörungen reduziert. Da jedoch zugleich davon auszugehen ist, dass Sondengänger und Schatzjäger von derselben, teilweise sehr kostengünstigen Drohnentechnologie zur Lokalisierung von Fundorten Gebrauch machen werden, droht eine Zunahme von Zerstörungen wertvoller archäologischer Stätten durch illegale Grabungen. Rechtliche Vorgaben werden dies nur bedingt einhegen können, insbesondere in globaler Perspektive droht durch die Drohnentechnologie eine Zunahme an Raubgrabungen. Im Hinblick auf die Schwierigkeiten US-amerikanischer Archäologen mit den dortigen gesetzlichen Vorgaben ist eine Beteiligung des Faches am regulatorischen Diskurs über die Drohnennutzung in jedem Fall dringend ratsam.

Literatur

- Agapiou, Athos; Lysandrou, Vasiliki (2015): Remote sensing archaeology. Tracking and mapping evolution in European scientific literature from 1999 to 2015. In: *Journal of Archaeological Science Reports* 4, S. 192–200.
- Bofinger, Jörg; Steffen, Christoph (2014): Die fliegende Kamera. Neue Methoden der archäologischen Fotodokumentation aus der Luft. In: *Denkmalpflege in Baden-Württemberg* 43 (2), S. 108–112.
- DBR – Deutsche Bundesregierung (2017): Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten vom 30. März 2017. Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/LF/verordnung-zur-regelung-des-betriebs-von-unbemannten-fluggeraeten.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 16. 10. 2018.
- Campana, Stefano (2016): Expanding the boundaries of aerial archaeology. From balloons to drones. Vortrag auf 2nd International Conference of Aerial Archaeology. Rom, Italien, 03.–05. 02. 2016, 58 Folien.
- Campana, Stefano (2017): Drones in archaeology. State-of-the-art and future perspectives. In: *Archaeological Prospection* 24, S. 275–296.
- Cruz, Veronica (2014): Preservation and collaboration. Going digital in archaeology. In: *Undergraduate Research Journal* 14, S. 111–123.
- Daly, Patrick; Evans, Thomas (2006): Introduction. Archaeological theory and digital pasts. In: Dies. (Hg.): *Digital archaeology. Bridging method and theory*. London: Routledge, S. 2–7.
- Deutsche Flugsicherung (o. J.): Drohnen in Flughafennähe. Online verfügbar unter https://www.dfs.de/dfs_homepage/de/Drohnenflug/Regeln/Drohnen%20in%20Flughafennähe, zuletzt geprüft am 20. 06. 2018.
- Europarat (2005): Rahmenkonvention über den Wert des Kulturerbes für die Gesellschaft. Online verfügbar unter http://www.dnk.de/_uploads/media/184_2005_Europarat_Rahmenkonvention.pdf, zuletzt geprüft 11. 10. 2018.
- Gutiérrez, Gerardo; Searcy, Michael (2016): Introduction to the UAV special edition. In: *The SAA Archaeological Record, Special Issue Drones in Archaeology* 16 (2), S. 6–9.
- Hofmann, Kerstin; Meier, Thomas; Mölders, Doreen; Schreiber, Stefan (Hg.) (2016): *Massendigitalisierung in der Archäologie. Der material turn und die Ur- und Frühgeschichte*. Leiden: Sidestone Press.
- Hoyningen-Huene, Paul (1989): *Die Wissenschaftsphilosophie Thomas S. Kuhns. Rekonstruktion und Grundlagenprobleme*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Hunt, Terry; Lipo, Carl (2008): Top-down archaeology. High resolution satellite images of Rapa Nui on Google Earth™. In: *Rapa Nui Journal* 22 (1), S. 5–13.
- Huth, Christoph (2013): Vom rechten Umgang mit Sondengängern. Das „Portable Antiquities Scheme“ in England und Wales und seine Folgen. In: *Archäologische Informationen* 36, S. 129–137.
- Johnson, Frederick (1965): The impact of radiocarbon dating upon archaeology. In: Roy Chatters und Edwin Olson (Hg.): *Proceedings of the sixth International Conference Radiocarbon and Tritium Dating*. Held at Washington State University, Pullman, Washington, June 7–11, 1965. Washington: U. S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information, S. 762–784.
- Koltermann, Grit; Plein, Irene; Prier, Linda (2014): Ein „buntes“ Programm. Denkmalreise und Tag des offenen Denkmals 2014. In: *Denkmalpflege in Baden-Württemberg* 4, S. 234–241.
- LWL – Landschaftsverband Westfalen-Lippe-Archäologie für Westfalen (Red.) (2017): *Sondengänger und Archäologie. Die Rechtslage in NRW*. o. O.
- Meyer, Dominique et al. (2016): Utility of low-cost drones to generate 3D models of archaeological sites from multisensor data. In: *The SAA Archaeological Record, Special Issue Drones in Archaeology* 03, S. 22–24.
- Reinhard, Jochen (2013): Structure from Motion, Drohnen & Co. Neue Wege in der Dokumentation archäologischer Ausgrabungen. In: *TUGIUM* 29, S. 177–188.
- Renfrew, Colin (2009): *Archaeology introduction*. In: *RADIOCARBON* 51 (1), S. 121–122.
- Roosevelt, Christopher; Cobb, Peter; Moss, Emanuel; Olson, Brandon; Ünlüsoy, Sinan (2015): Excavation is DESTRUCTION digitization. Advances in archaeological practice. In: *Journal of Field Archaeology* 40 (3), S. 325–346.
- Scherzler, Diane; Siegmund, Frank (Red.) (2016): *Tübinger Thesen zur Archäologie*. In: *Archäologische Informationen* 39, S. 9–11.
- Searcy, Michael (2016): Dealing with legal uncertainty in the use of UAVs in the United States. In: *The SAA Archaeological Record, Special Issue Drones in Archaeology* 03, S. 43–45.
- Siart, Christoph; Forbiger, Markus; Bubenzer, Olaf (2018): Digital geoarchaeology. Bridging the gap between archaeology, geosciences and computer sciences. In: Dies. (Hg.): *Digital geoarchaeology. New techniques for interdisciplinary human-environmental research*. Heidelberg: Springer, S. 1–7.
- Vuković, Miroslav (2016): Low-cost rotor based UAV as a versatile tool for archaeological documentation and remote sensing. Vortrag auf der 2nd International Conference of Aerial Archaeology. Rom, Italien, 03.–05. 02. 2016, Konferenz-Abstracts.
- Wechsler, Suzanne; Lipo, Carl; Lee, Chris; Hunt, Terry (2016): Technology in the skies. Benefits of commercial UAS for archaeological applications. In: *The SAA Archaeological Record, Special Issue Drones in Archaeology* 03, S. 36–42.
- Wagner, Günther (2006): Wolfgang Gentner. Nestor der Archäometrie. In: Dieter Hoffmann (Hg.): *Wolfgang Gentner. Festschrift zum 100. Geburtstag*. Berlin: Springer, S. 225–238.



JENS CRUEGER

ist seit 2012 als Digital-Historiker u. a. in der Beratung für Archive, Bibliotheken und Museen tätig. Er studierte Geschichte und Soziologie an der Universität Bremen, Schwerpunkt Archäologiegeschichte. Sprecher der Fachgruppe Langzeitarchivierung und Emulation in der Gesellschaft für Informatik (GI), Mitglied im Think Tank 30 des Club of Rome.

[Bildquelle: DGUF/Daniel Stotzka]

Ethische und rechtliche Bewertung von Maßnahmen der polizeilichen Drohnenabwehr

Grundrechtsschutz im staatlichen Sicherheitshandeln

32

Jessica Heesen, Internationales Zentrum für Ethik in den Wissenschaften (IZEW), Universität Tübingen, Wilhelmstraße 19, 72074 Tübingen (jessica.heesen@uni-tuebingen.de)

Susanne Schuster, Forschungsinstitut für öffentliche und private Sicherheit (FÖPS), Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin (susanne.schuster@hwr-berlin.de)

Clemens Arzt, Forschungsinstitut für öffentliche und private Sicherheit (FÖPS), Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin (clemens.arzt@hwr-berlin.de)

Die zunehmende Nutzung von unbemannten Flugsystemen (Unmanned Aerial Vehicles [UAV] – nachfolgend: Drohnen) birgt neue Gefährdungspotenziale für die zivile Sicherheit. Eine Drohne kann von einem Hobby-piloten genutzt werden, um Luftaufnahmen zu machen, sie kann aber auch gefährliche Spreng- oder Giftstoffe transportieren. Nicht zuletzt können Drohnen eine Gefahr darstellen, indem sie (unbeabsichtigt) abstürzen oder (gezielt) zum Absturz gebracht werden. Als Antwort auf diese Bedrohungslagen reagieren öffentliche und private Einrichtungen mit der Entwicklung von Drohnenabwehrsystemen für den zivilen Bereich. Der Beitrag soll die Folgen des Einsatzes von Drohnenabwehrsystemen durch die Polizei aus ethischer und rechtlicher Perspektive bewerten. Im Vordergrund stehen dabei die Überwachungspotenziale des Systems und die Abwägung von Risiken der Drohnenabwehr in Hinsicht auf den verfassungsrechtlichen Grundrechtsschutz.

Ethical and legal evaluation of drone defense projects in police work

The protection of fundamental rights in public security measures

The increasing use of unmanned aerial vehicles (UAVs/drones) encompasses new potential risks for civil security. While drones can be deployed by amateur pilots for aerial photography, they may also transport dangerous explosives or toxic material. The drone may pose a threat through crashing – either by accident or on purpose. Facing these security threats, public and private institutions react by promot-

ing research and development of drone defense systems for the civil sector. This article aims to evaluate ethical and legal consequences of the application of drone defense systems by the German police. It focuses on the surveillance potential of such systems and the assessment of risks in relation to the protection of fundamental rights and civil liberties.

Keywords: *drone defence, police, civil rights, ethics, technology assessment*

Einleitung

Die zunehmende Nutzung von unbemannten Flugsystemen (Drohnen) birgt neue Gefährdungspotenziale für die zivile Sicherheit. Eine Drohne kann von einem Hobby-piloten genutzt werden, um Luftaufnahmen zu machen. Sie kann aber auch gefährliche Spreng- oder Giftstoffe transportieren. Nicht zuletzt kann eine Drohne eine Gefahr darstellen, indem sie (unbeabsichtigt) abstürzt oder (gezielt) zum Absturz gebracht wird.¹ Als Antwort auf diese Bedrohungslagen reagieren öffentliche und private Einrichtungen in Deutschland mit der Entwicklung von Drohnenabwehrsystemen für den zivilen Bereich. Viele dieser Systeme ähneln einander und werfen vergleichbare ethische und rechtliche Fragestellungen auf. Der Beitrag geht auf

This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.14512/tatup.273.32>
Submitted: 24. 07.2018. Peer reviewed. Accepted: 08. 10. 2018

¹ Störungen durch Drohnen im Umfeld von Flughäfen oder anderen kritischen Infrastrukturen werden hier ebenso wenig in den Blick genommen, wie ein militärischer Einsatz.

das Forschungsprojekt „Abwehr von unbemannten Flugobjekten für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben“ (AMBOS)² zurück, das im Frühjahr 2019 abgeschlossen wird und berücksichtigt die Rechtslage in Deutschland.

AMBOS nutzt differenzierte Detektionstechnologien (Funk-, Akustik-, Elektro-Optik- und Radarsensoren), um anfliegende Drohnen innerhalb weniger Sekunden zu erkennen. Die gewonnenen Informationen werden in einer computerisierten Lagedarstellung zusammengeführt und bildhaft dargestellt. Die eingesetzten Polizeikräfte entscheiden sodann unter Nutzung von Handlungsempfehlungen eines IT-Systems über den Einsatz geeigneter Abwehrmittel, beispielsweise Störsender (*jamming*), High Power Electromagnetic Waves (HPEM-Wellen) oder ein mittels Netzwerfer verschossenes Fangnetz zum Abfangen der Drohne. Die technischen Einzelheiten können hier mit Blick auf den Umfang nicht dargestellt werden und unterliegen zudem einer schnellen Entwicklung. Der vorliegende Beitrag trifft daher eine generische Einschätzung, die nicht allein auf die in AMBOS entwickelten Systeme übertragbar ist. Einsatzszenarien für die Drohnenabwehr können z. B. der Schutz von Menschenmengen, Versammlungen oder staatlichen Repräsentant_innen und Einrichtungen oder sogenannter kritischer Infrastrukturen sein.

Der Beitrag bewertet die Folgen des Einsatzes von Drohnenabwehrsystemen durch die Polizei aus ethischer und rechtlicher Perspektive gleichermaßen. Sicherheitskonzepte sind Bestandteil einer komplexen Wertearchitektur, so dass neben Fragen der Effektivität und Angemessenheit der Drohnenabwehr auch Fragen ihrer direkten und indirekten Nebenfolgen Berücksichtigung finden müssen. Im Vordergrund stehen die Überwachungspotenziale der eingesetzten Systeme, Fragen der Kommunikationsfreiheit und die Abwägung von Risiken für Gesundheit und Leben in komplexen polizeilichen Einsatzlagen. Rechtlich unzulässig mit Blick auf die weitgehenden Grundrechtseingriffe wäre eine automatisierte Entscheidung über den Einsatz von Abwehrmitteln.

Überwachung und informationelle Selbstbestimmung

Zur Abwehr möglicher Gefährdungen durch unbefugt fliegende Drohnen (beispielsweise im Umfeld staatlicher Repräsentant_innen oder Einrichtungen oder kritischer Infrastrukturen) überwachen Drohnenabwehrsysteme einen definierten Bereich (beispielsweise eine Flugverbots- oder -beschränkungszone nach § 17 der Luftverkehrsverordnung) mittels unterschiedlicher Detektionssensoren, die hierzu im Umfeld des zu schützenden polizeilichen Bereichs angebracht werden. Der Aufbau der ver-

wendeten Antennen und Mikrofone sowie Fahrzeuge, in oder auf denen die Sensoren oder auch die Lagedarstellung verbaut sind, ebenso wie die Präsenz der Abwehrmittel wie Störsender, HPEM-Wellen oder Netzwerfer, können dabei durchaus plausibel den Eindruck staatlicher Überwachung vermitteln. In verschiedenen Disziplinen, insbesondere Surveillance Studies, Recht und Kriminologie, werden die Auswirkungen von Überwachung auf menschliches Verhalten diskutiert (Staben 2016; Arzt und Ullrich 2016). Auswirkungen einer angenommenen oder realen Überwachung auf politische Aktivitäten oder den Meinungsbildungsprozess werden als *chilling effect*, Prozesse der Selbstzensur oder Formen der Disziplinierung, beschrieben. Diese Effekte auf Meinungs- und Informationsfreiheit sowie gesellschaftliche Selbstorganisation gilt es mithilfe des Grundrechtsschutzes zu verhindern.

Im sogenannten Volkszählungsurteil stellte das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) 1983 fest, dass es für ein demokratisches Gemeinwesen von elementarer Bedeutung sei, dass Bürger_innen engagiert ihre Rechte wahrnehmen. Wer sich überwacht fühlt, werde möglicherweise davon abgehalten, seine Rechte wahrzunehmen und sich in der Öffentlichkeit darzustellen; eingeschüchterte Menschen sehen vielleicht davon ab, sich zu versammeln, ihre Meinung kundzutun oder ihre Religion auszuüben (BVerfGE 125, 260, 332).

Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung (Artikel 2 Abs. 1 i. V. m. Artikel 1 Abs. 1 GG) bezieht sich dabei nicht allein auf die Erhebung, sondern auf den gesamten Umgang mit personenbezogenen Daten und schützt vor der unbegrenzten Erhebung, Speicherung, Nutzung und Verarbeitung personenbezogener Daten (BVerfGE 65, 1, 43; 84, 192 ff.; § 46 Nr. 2 BDSG). Schutzgegenstand sind solche Daten, die einen Bezug zu einem Menschen herstellen lassen; der Personenbezug hängt dabei maßgeblich von der Systemarchitektur der technischen Einsatzmittel ab, die zum Schutz des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung von Anfang an nach den Prinzipien des sogenannten *privacy-by-design* so ausgestaltet sein sollte, dass ein solcher – soweit nicht unabdingbar notwendig – nicht herstellbar ist (Simitis 2014, § 3 Rn. 14).

Diese grundrechtlichen Vorgaben bilden den Rahmen für die Zulässigkeit der untersuchten Drohnenabwehrmaßnahmen. Der Akustiksensoren nimmt Audio-Rohdaten auf; Elektro-Optik- sowie gegebenenfalls Radarsensoren können visuell auswertbare Rohdaten unter Umständen nicht nur der Drohne aufnehmen, sondern auch der Umgebung und bilden diese ggf. in einem Live-Stream in der Lagedarstellung ab. Damit werden akustische und optische Aufnahmen im Einzugsbereich der Detektionssensoren angefertigt, aus denen Bezüge zu Menschen hergestellt werden können, die durch die technische Möglichkeit der Zusammenführung der Daten in der Sensordatenfusion identifizierbar werden können.

Aus verfassungsrechtlicher Sicht stellt jede staatliche Bild- und Tonaufnahme, auf der Personen identifizierbar sind, eine Erhebung personenbezogener Daten und damit einen Eingriff in das *Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung* dar, nicht

² Ausschreibung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zum Themenfeld „Zivile Sicherheit – Aspekte und Maßnahmen der Terrorismusbekämpfung“ im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit 2012–2017“. C. Arzt und S. Schuster sind an AMBOS als Projektpartner, J. Heesen durch einen Unterauftrag beteiligt (<https://www.fkie.fraunhofer.de/de/Pressemeldungen/ambos.html>).

erst die Speicherung, da sich angesichts des heutigen Standes der digitalen Technik bereits aus Übersichtsaufnahmen einzelne Personen identifizieren lassen (VG Hannover, ZD 2011, LS 1; Koranyi und Singelstein 2011, S. 124). Solche Grundrechtseingriffe können nur auf Grundlage hinreichend bestimmter, bereichsspezifischer, präziser und normenklarer gesetzlicher Eingriffsbefugnisse der Polizei gerechtfertigt sein, in denen festzulegen ist, unter welchen Voraussetzungen welche Daten an welchem Ort, zu welcher Zeit und innerhalb welches Zeitrahmens erhoben, gespeichert, verarbeitet oder abgeglichen werden dürfen. Die Datenerhebung muss dabei grundsätzlich für die am betroffenen Ort anwesenden Personen erkennbar (offen) erfolgen, beispielsweise durch Hinweisschilder oder Ansagen. Sofern nicht-erkennbare oder heimliche Maßnahmen ausnahmsweise notwendig und durch Rechtsnorm zugelassen sind, bedarf es gesetzlicher Vorgaben, die die Anforderungen des Datenschutzes beachten sowie die Möglichkeit gerichtlicher Überprüfung eröffnen. Zudem sind Lösungsfristen zu beachten, sofern nicht ausnahmsweise eine Verwendung der Daten beispielsweise zur Strafverfolgung zulässig ist.

Einschränkung der Kommunikations- und Versammlungsfreiheit

Durch den Einsatz von Abwehrmitteln, wie Störsender oder HPEM-Wellen, kann es zu Ausfällen von Telekommunikation und WLAN kommen. Da die Nutzung von Kommunikationsmitteln von konstituierender Bedeutung für die Persönlichkeitsentfaltung eines Menschen ist, unterfällt diese dem *Schutzbereich der allgemeinen Handlungsfreiheit* im Sinne des Artikel 2 Abs. 1 GG (BVerfG, Beschl. v. 22. 8. 2006, 2 BvR 1345/03, Rn. 80). Das Internet stellt den Nutzer_innen zahlreiche Kommunikationsdienste für die soziale Interaktion, Informationsbeschaffung so-

innen kann nun jede_r mögliche Normverletzungen und auch Machtmissbrauch staatlicher Stellen aufzeichnen und öffentlich machen. Diese als *Sousveillance* titulierte Form der (Gegen-)Überwachung vollzieht sich häufig über Smartphone-Kameras, die nicht nur zum Zwecke der Überwachung von Polizeiaktivitäten eingesetzt werden; mehr und mehr entstehen „zufällige“ *Sousveillance*-Situationen bei öffentlichen Veranstaltungen wie etwa im Wahlkampf, beim Auftreten sozialer Spannungen oder unvorhergesehener Ereignisse. Jeder Eingriff in diese Möglichkeiten ist daher gesellschaftlich wie rechtlich zu hinterfragen.

Soweit durch den Einsatz von Abwehrmitteln wie Störsender oder HPEM-Wellen – auch nur für Sekunden – die Herstellung von Telekommunikationsverbindungen über Mobiltelefone, mobiles Internet oder WLAN unmöglich ist, wird dadurch *Kommunikation* be- oder gar verhindert und hierdurch in die genannten Grundrechte zumindest mittelbar eingegriffen. Daher muss sichergestellt sein, dass Abwehrmittel nur dann zum Einsatz kommen, wenn tatsächlich eine Bedrohungssituation vorliegt und diese nicht als ggf. vorgeschobener Grund für die Unterbindung von *Sousveillance* oder der Selbstorganisation von Demonstrationsteilnehmer_innen angeführt wird. Eingriffe können daher nur auf Grundlage einer spezifischen, präzisen und normenklaren Eingriffsbefugnis gerechtfertigt sein, wobei eine Unterbrechung oder Störung von Kommunikationsverbindungen zur Abwehr konkreter Gefahren für Leib, Leben oder Freiheit von Personen gegenüber unbeteiligten Dritten zulässig sein kann, wenn die Gefahrenabwehr anderenfalls nicht möglich ist (LVerfG Sachsen-Anhalt, Ur. v. 11. 11. 2014, LVG 9/13, LS 3; Knappe und Schönrock 2016, § 29b Rn. 6). Die verursachten Störungen der betroffenen Informationstechnik müssen möglichst geringgehalten werden und dürfen nicht über das Maß an Empfangs- und Sendestörungen hinausgehen, die im Mobilfunkbetrieb alltäglich auftreten (BVerfG, Beschl. v. 22. 8. 2006, 2 BvR 1345/03, Rn. 82 ff.).

Durch den Einsatz von Störsendern wird Kommunikation behindert und in die Grundrechte mittelbar eingegriffen.

wie Aufzeichnung und Bereitstellung eigener Medieninhalte zur Verfügung, die auch einen hohen Bezug zur öffentlichen Meinungskundgabe im Rahmen von Versammlungen aufweisen können. Die *Meinungsfreiheit* im Sinne des Artikel 5 Abs. 1, S. 1 GG schützt über den Wortlaut der Verfassung hinaus auch Mobilfunkgeräte und Internet als Mittel der Äußerung und Verbreitung von Meinungen. Die Informationsfreiheit im Sinne des Artikel 5 Abs. 1, S. 1 GG gewährleistet außerdem, sich ungehindert aus allgemein zugänglichen Quellen informieren zu können.

Durch allgemein verfügbare Technologien wie Mobiltelefone vollzieht sich seit einigen Jahren zudem gleichsam eine Demokratisierung der Möglichkeiten zur Umkehr von Maßnahmen der Überwachung, Dokumentation und Kontrolle. Neben Journalist_

Durch die eingesetzten Detektionssensoren kann auch die *Versammlungsfreiheit* (Artikel 8 GG) betroffen sein, die alle Handlungen schützt, die erforderlich sind, um eine Versammlung durchzuführen und an ihr teilzunehmen. Geschützte Verhaltensweisen sind dabei eine Vielzahl versammlungsspezifischer Tätigkeiten, wie die Organisation und Vorbereitung der Versammlung, die Wahl von Ort, Zeit, Ablauf und Gestaltung (Mangoldt und Klein 2018, Artikel 8 Rn. 29 f.), beispielsweise auch die Bekanntmachung des jeweils aktuellen Standortes der Versammlung. Hierzu gehören auch die Kommunikation, Meinungskundgabe und (Selbst-)Organisation innerhalb der Versammlung, die heute in hohem Maße über soziale Medien vermittelt werden. Jeder Eingriff in die Versammlungsfreiheit ver-

langt eine besondere Rechtfertigung und ist nur zum Schutz mindestens gleichwertiger Rechtsgüter zulässig, wie das Bundesverfassungsgericht schon 1985 im sogenannten Brokdorf-Beschluss klarstellte (BVerfGE 69, 315).

Risiken für Gesundheit und Leben

Nach derzeitigem technischem Entwicklungsstand kann die Steuerung potenziell gefährlicher Drohnen nicht von der Polizei übernommen bzw. umgelenkt werden. Daher wird durch den Einsatz von Störsendern oder HPEM-Wellen die Steuerelektronik derart gestört, dass es zu unkontrollierten Abstürzen kommen kann, die wiederum zu Personen- und/oder Sachschäden am Boden führen können. Beim Einsatz eines Netzwerfers ist nach derzeitigem Stand ein unkontrollierter Absturz sogar zwingende Folge, sofern keine weitergehenden Sicherheitsmaßnahmen (wie die Nutzung eines Fallschirms) getroffen werden. Der Einsatz der genannten Interventionsmittel birgt damit insbesondere bei Anwesenheit von Menschen(mengen) schwer einschätz-

damit verbundenen Eingriffs in das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit zufällig anwesender, unbeteiligter Personen und dem Gewicht der zu schützenden Rechtsgüter (Leben und körperliche Unversehrtheit eben dieser Unbeteiligten oder anderer aus polizeirechtlicher Sicht zu schützender Personen, wie bspw. eines Staatsgastes, der durch den Drohnenanflug gefährdet sein könnte), abzuwägen – ein ethisches Dilemma. Der Einsatz der Interventionsmittel muss dabei eine auch verhältnismäßige Gefahrenabwehrmaßnahme im rechtlichen Sinne darstellen.

Zusätzlich problematisch ist dabei, dass je nach Sachlage große Unsicherheiten hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit der Gefahr eines möglichen Schadens durch eine geortete Drohne bestehen können, so dass die Prognose von Anfang an mit der Möglichkeit der Fehleinschätzung behaftet sein wird. Für die entscheidenden Polizeibeamt_innen ist unter Zeitdruck äußerst schwierig zu beurteilen, ob eine „Gefahr“ für Leben und Gesundheit im polizeirechtlichen Sinne tatsächlich vorliegt. Bei der Erfassung der vorhandenen Informationen und erkennbaren Tatsachen unterstützen zwar Detektion und automatisierte Lagedarstellung die Entscheidungsfindung; die letztendliche Entschei-

Die Abwehr gefährlicher Drohnen birgt ein ethisches Dilemma.

bare Risiken, da Verletzungen von Leben und Gesundheit der Anwesenden durch eine herabstürzende Drohne und ggf. auch deren Lasten (wie Sprengstoffe) nicht ausgeschlossen werden können, ohne dass diese Personen zur Entstehung der Gefahr durch die Drohne beigetragen hätten.

Eine Verletzung des durch Artikel 2 Abs. 2, S. 1 GG garantierten Rechts auf Leben und körperliche Unversehrtheit etwa von Veranstaltungsteilnehmer_innen oder zufällig anwesenden Personen durch oder auf Grund polizeilicher Maßnahmen stellt einen schwerwiegenden Grundrechtseingriff dar, der nur im Einzelfall unter Beachtung hoher verfassungsrechtlicher Anforderungen zulässig ist. Diese Anforderungen sind ausdrücklich und im Rahmen des Grundrechtsschutzes wie dem verfassungsrechtlichen Grundsatz der Verhältnismäßigkeit in einer entsprechenden Eingriffsbefugnis der Polizei zu regeln (BVerfG, Urt. v. 15. 2. 2006, 1 BvR 357/05, Rn. 85 und 118); dies gebietet auch die europäische Menschenrechtskonvention. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Pilot als polizeirechtlich verantwortlicher Adressat der polizeilichen Abwehrmaßnahmen in der Regel nicht in dem zur Verfügung stehenden kurzen Zeitraum erreicht werden kann, die polizeilichen Maßnahmen also im Regelfall nicht gegen den Verantwortlichen für die Gefahr gerichtet werden können, was indes dem Grundprinzip der polizeilichen Gefahrenabwehr entspräche. Stattdessen wird im Falle eines Absturzes in Grundrechte unbeteiligter, zufällig anwesender Personen eingegriffen. Im Ergebnis ist daher beim Einsatz der Interventionsmittel zwischen der Schwere des

ding über das Ob und Wie des Einsatzes der Drohnenabwehr wird allerdings auf eine Prognose gestützt werden müssen, wobei die Unsicherheit der Prognose ein Wesensmerkmal des Gefahrenabwehrrechts darstellt.

Aber auch wenn sich im Bereich der Gefahrenabwehr Prognoseunsicherheiten vielfach nicht vermeiden lassen, ist es unter der Geltung der durch Artikel 1 Abs. 1 GG geschützten Menschenwürde in jedem Fall schlechterdings unvorstellbar, auf Grundlage einer gesetzlichen Ermächtigung polizeirechtlich nicht verantwortliche Personen gezielt zu töten (BVerfG, Urt. v. 15. 2. 2006, 1 BvR 357/05, Rn. 130). Ebenso darf auch eine allenfalls billigend in Kauf genommene Tötung oder Körperverletzung nicht dazu führen, Leben gegen Leben abzuwägen, da der Schutz menschlichen Lebens in der grundgesetzlichen Wertordnung ein Höchstgut darstellt (BMVI 2017, S. 17 f.). Der Einsatz von Interventionsmitteln kann daher nur zulässig sein, wenn eine tödliche oder schwere Verletzung unbeteiligter Dritter nach menschlichem Ermessen ausgeschlossen werden kann.

Tun und Unterlassen

Die Entfaltung polizeilicher Maßnahmen trotz unklarer Bedrohungslagen kann jedoch trotzdem auf Grundlage berechtigter Motive erfolgen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Unterscheidung zwischen Tun und Unterlassen. So können die politischen Folgen aufgrund der Signalwirkung, die es hat, un-

tätig zu bleiben, zu noch größeren Unsicherheiten führen. Der Staat kann in seiner Rolle als Ordnungsmacht geschwächt wirken und als Garant für Sicherheit und Freiheit für zukünftige Handlungen delegitimiert werden bzw. sich zukünftiger Handlungsoptionen beschneiden.

In diesem Zusammenhang kann auch das Unterlassen als Handlung angesehen und im Kontext der Frage nach verantwortlichem Handeln bewertet werden (Birnbacher 1995; Gibson 2012; Glover 1977, S.92). Die Polizei erscheint als Garantin der Sicherheit, insbesondere dann, wenn zuvor eine Flugverbots- oder -beschränkungszone deklariert und/oder über den Einsatz von Überwachungstechniken zur Drohnedetektion informiert wurde. In diesem Fall können Bürger_innen davon ausgehen, in einem besonderen Maß vor Bedrohungen durch Drohnen geschützt zu sein. Mehr noch, kann dieser Schutz vor Drohnenangriffen als ein Tauschgeschäft angesichts der Einschränkungen der möglichen Kommunikationsfreiheiten, der besonderen polizeilichen Kontrollbefugnisse und der Überwachungssituation gewertet werden. Das heißt, kommt es zum Anflug einer Drohne, steht die Polizei unter besonderem Handlungsdruck. Es ist insofern damit zu rechnen, dass Polizei und Sicherheitsbehörden auch dann eine moralische Schuld zugeschrieben wird, wenn sie es unterlassen, die Drohnenabwehr einzusetzen.

Eine Nicht-Intervention könnte in diesem Zusammenhang als Schwäche der Exekutive interpretiert werden. Um einen vermeintlichen Sachzwang und dilemmatische Entscheidungssituationen zu verhindern, ist daher mit großer Umsicht und Vorausschau zu entscheiden, in welchen Situationen generell die Drohnenabwehr bereitgestellt und genutzt werden soll.

Diese grundsätzliche Überlegung umfasst auch eine Gerechtigkeitsfrage: Welche Personen, Versammlungen, Veranstaltungen oder Infrastrukturen sollen durch ein Drohnenabwehrsystem

einer gewissen Bringschuld und Begründungslast für die Entscheidung, keine Drohnenabwehr vorzusehen.

Schlussfolgerungen

Sowohl in der Phase der Detektion als auch der anschließenden Zusammenführung und Bewertung der optischen und akustischen Daten wird in das Recht auf informationelle Selbstbestimmung sowie die Versammlungsfreiheit einer Vielzahl von Personen eingegriffen, die hierzu keinen Anlass gegeben haben. Dies kann nur durch eine bereichsspezifische, präzise, klare Eingriffsbefugnis zum Schutz vor Gefahren für hochrangige Rechtsgüter (Leben und körperliche Unversehrtheit) gerechtfertigt sein. Neben der Festlegung, ob und welche Daten an welchem Ort, zu welcher Zeit und innerhalb welches Zeitrahmens erhoben, gespeichert, verarbeitet oder abgeglichen werden dürfen, muss die Datenerhebung erkennbar erfolgen, damit die Betroffenen sich hiergegen, ggf. im Nachgang, gerichtlich wehren können. Wird den Informationsinteressen der Allgemeinheit nicht entsprochen, kann Drohnenabwehrsystemen bei Versammlungen eine abschreckende und einschüchternde Wirkung beigemessen werden, die für Protest sorgen kann. Eine Zweckentfremdung der gesammelten Daten kann dabei in einem gewissen Maß durch Privacy-by-Design-Lösungen verhindert werden.

Der Einsatz von Störsendern sowie HPEM-Wellen zur Drohnenabwehr kann in die allgemeine Handlungs-, Meinungs- und Informations- sowie Versammlungsfreiheit eingreifen. Diese Eingriffe können ebenfalls nur auf Grundlage einer spezifischen, präzisen und normenklaren Eingriffsbefugnis zum Schutz vor Gefahren für hochrangige Rechtsgüter (Leben und körperliche Unversehrtheit) gerechtfertigt sein, wobei die Störungen nicht

Soll jeder Auftritt eines Regierungsmitgliedes geschützt werden, nicht aber eines Oppositionsführers?

geschützt werden? Soll jeder Auftritt eines Regierungsmitgliedes geschützt werden, nicht aber einer/s Oppositionsführer_in? Wird jedes Erstliga-Fußballspiel in Zukunft geschützt, nicht aber das Aufstiegsspiel in der 2. Bundesliga und erst recht nicht die Großdemonstration gegen Überwachung?

Dennoch handelt es sich auch hierbei um eine ambivalente Argumentation, denn einerseits kann die (unbeabsichtigte) Verletzung Unschuldiger durch den Staat das Vertrauen in diesen grundlegend erschüttern und andererseits sind terroristische Gewalttaten nicht immer zu verhindern. In vielen Bereichen werden von den Bürger_innen zwar gewisse Unsicherheiten akzeptiert und als „normales“ Lebensrisiko interpretiert, beispielsweise, dass jedes Auto/jeder LKW als Waffe benutzt werden könnte und trotzdem nicht überall entsprechende Sicherungssysteme vorgesehen sind. Gleichwohl unterliegt der Staat hier

über das Maß alltäglich auftretender Empfangs- und Sendestörungen hinausgehen dürfen.

Sofern ein unkontrollierter Absturz einer abgewehrten Drohne über Menschen(-ansammlungen) nicht verhindert werden kann, kann hierin ein Eingriff in das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit (sowie das Recht auf Eigentum) liegen, woraus sich die höchsten verfassungsrechtlichen Voraussetzungen an die Zulässigkeit eines polizeilichen Einschreitens ergeben. Insgesamt ist daher dringend angezeigt, Interventionsmittel zu nutzen, die nicht zu einem unkontrollierten Absturz von Drohnen führen (wie bspw. die Nutzung eines Netzes mit Fallschirm). Hersteller oder Betreiber sind zudem zu verpflichten, ihre Systeme fortlaufend zu optimieren und auch bereits ausgelieferte Systeme zu beobachten und nach dem neuesten Stand der Technik stetig zu verbessern.

Literatur

Arzt, Clemens; Ullrich, Peter (2016): Versammlungsfreiheit versus polizeiliche Kontroll- und Überwachungspraxis. In: Vorgänge 213 (1), S. 46 ff.

Birnbacher, Dieter (1995): Tun und Unterlassen. Stuttgart: Reclam.

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017): Bericht der Ethik-Kommission „Automatisiertes und vernetztes Fahren“. Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 19. 10. 2018

Gibson, Susanne (2012): Acts and omissions. In: Ruth Chadwick (Hg.): Encyclopedia of applied ethics. Second Edition. San Diego: Academic Press, S. 17–21.

Glover, Jonathan (1977): Causing death and saving lives. Harmondsworth, UK: Penguin.

Knape, Michael; Schönrock, Sabrina (2016): Allgemeines Polizei- und Ordnungsrecht für Berlin. 11. Auflage. Hilden: Verlag deutsche Polizeiliteratur.

Koranyi, Johannes; Singelstein, Tobias (2011): Rechtliche Grenzen für polizeiliche Bildaufnahmen von Versammlungen. In: Neue Juristische Wochenschrift 2011, S. 124–128.

Mangoldt, Hermann von; Klein, Friedrich; Starck, Christian (2018): Kommentar zum Grundgesetz. 6. Auflage. München: Vahlen Verlag.

Simitis, Spiros (2014): Bundesdatenschutzgesetz. Baden-Baden: Nomos Verlag.

Staben, Julian (2016): Der Abschreckungseffekt auf die Grundrechtsausübung. Strukturen eines verfassungsrechtlichen Arguments. Tübingen: Mohr Siebeck.



PD DR. JESSICA HEESEN

ist Leiterin des Forschungsschwerpunkts „Medienethik und Informationstechnik“ am Internationalen Zentrum für Ethik in den Wissenschaften der Universität Tübingen. Forschungsschwerpunkte: Sozial- und Technikphilosophie, Ethik, Informations-, Medien- und Sicherheitsethik.



ASS. IUR. SUSANNE SCHUSTER

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin des FÖPS Berlin im Projekt AMBOS – Abwehr von unbemannten Flugobjekten für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. Sie promoviert an der Europa-Universität Viadrina zu Verbrechen gegen die Menschlichkeit.



PROF. DR. CLEMENS ARZT

ist Professor für Staats- und Verwaltungsrecht am Fachbereich Polizei und Sicherheitsmanagement der HWR Berlin und Direktor des FÖPS Berlin. Forschungsschwerpunkte: Polizei und Datenschutzrecht, Rechtsfragen der polizeilichen Überwachung, Versammlungsrecht.



**VERSCHENKEN
SIE EIN JAHR**
die Zukunft
des Wirtschaftens

mit einem Abo von ÖKOLOGISCHES WIRTSCHAFTEN

Vier Ausgaben für 69,40 Euro (zzgl. Versand)

Bestellung an: abo@oekom.de oder +49/(089) 54 41 84-25
oder unter: www.oekologisches-wirtschaften.net

4 AUSGABEN
PLUS GUTSCHEIN ZUM
DOWNLOAD



Der militärische Einsatz bewaffneter Drohnen

Zwischen Schutz für Soldaten und gezieltem Töten

Bernhard Koch, Institut für Theologie und Frieden, Herrengraben 4, 20459 Hamburg (koch@ithf.de)

Bernhard Rinke, Zentrum für Demokratie- und Friedensforschung, Universität Osnabrück (brinke@uni-osnabrueck.de)

38

Mit dem Einsatz bewaffneter Drohnen hat eine neue Qualität der Kriegsführung begonnen. Vor diesem Hintergrund untersucht der Beitrag mit Fokus auf die deutsche Debatte, ob und inwiefern der militärische Einsatz bewaffneter Drohnen als legitim gerechtfertigt werden kann. Genauer wird der militärische Einsatz bewaffneter Drohnen aus ethischer Perspektive im Spannungsfeld zwischen dem Schutz für Soldaten einerseits und gezieltem Töten andererseits analysiert. Wir argumentieren, dass der Einsatz bewaffneter Drohnen bedenklich ist, da der Schutz für die eigenen Soldatinnen und Soldaten durch den Einsatz dieser Technologie verbessert werden mag, aber mit einer erhöhten Gefahr für Leib und Leben feindlicher Soldatinnen und Soldaten einhergeht.

*The military use of armed unmanned aerial vehicles
Between protection of soldiers and targeted killing*

The use of armed unmanned aerial vehicles (UAVs) introduced a new era of robotic warfare. Against this background, this article examines whether and to what extent the military use of armed UAVs can be legitimated, focusing on the German debate. More precisely, the military use of armed UAVs is analyzed from an ethical point of view in the field of tension between protecting soldiers on the one hand and targeted killing on the other hand. We argue that the use of armed UAVs is alarming, because the protection of a country's own soldiers might be improved by using this technology, however, at an increased danger for life and limb of the enemy's soldiers.

Keywords: *armed unmanned aerial vehicles, targeted killing, robotic warfare, ethics*

Einleitung

Für den ehemaligen Bundesminister der Verteidigung, Thomas de Maizière, waren bewaffnete Drohnen in einem ersten Statement als solche „ethisch neutral“ (Jungholt und Meyer 2012).

This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CCBY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.14512/tatup.273.38>
Submitted: 30. 07. 2018. Peer reviewed. Accepted: 08. 10. 2018

Hinter diesem Urteil verbirgt sich der Gedanke, es könnte eine Art ethische Unbedenklichkeitserklärung für ein technisches Instrument ausgestellt werden (Grunwald 2013, S. 6), das gleichermaßen für gute und schlechte Zwecke, in guten und schlechten Handlungen eingesetzt werden kann. In der Tat beurteilt angewandte Ethik zunächst einmal Handlungen und nicht äußere Gegenstände wie etwa Drohnen. Wenn ein Handlungstyp als solcher ethisch erlaubt oder unerlaubt ist, dann scheint er es unabhängig von den konkreten technischen Mitteln, mit denen er ausgeführt wird, zu sein – außer die Mittel verändern den Handlungstyp selbst. Wir wollen mit unserem Beitrag an dieser Stelle ansetzen; unsere Überlegungen verfolgen das Anliegen, den militärischen Einsatz bewaffneter Drohnen im Spannungsfeld zwischen Schutz für Soldaten und gezieltem Töten ethisch zu analysieren. Reine Aufklärungs- bzw. Beobachtungsdrohnen sind nicht Gegenstand dieses Beitrags, auch wenn die Aufklärungsfähigkeit von Drohnen militärisch sogar bedeutsamer als die Zuschlagsfähigkeit sein mag (so jedenfalls Scharre 2018, S. 14).

Um es vorweg zu nehmen: Zum einen wird in diesem Beitrag die These vertreten, dass es irreführend ist, davon zu sprechen, bewaffnete Drohnen seien als solche „ethisch neutral“. Zum anderen wird das Argument entfaltet, dass derjenige ethisch zu kurz greift, der zugunsten dieses militärischen Instruments nur vorbringt, es ließe sich mit ihrem Einsatz der Schutz von Soldatinnen und Soldaten verbessern. Vielmehr vertreten wir die Auffassung, dass der Erwerb und der Einsatz bewaffneter militärischer Drohnen sehr kritisch betrachtet werden muss.

Unser Beitrag gliedert sich wie folgt: Im ersten Schritt werden wir kurz Handlungen als Gegenstand der ethischen Reflexion genauer betrachten. Im zweiten Schritt werden wir das Argument vortragen, dass Drohnen keineswegs ethisch neutral, sondern vielmehr sogar ein bevorzugenswertes technisches Instrument der Kriegsführung seien. Zur Entkräftung dieser Argumentation werden wir im dritten Schritt zunächst den Begriff des Schutzes problematisieren und in einem vierten Schritt dann die Problematik gezielter Tötungen in den Blick nehmen. Auf diese Weise wird auch deutlich, dass das Verständnis von Technikethik, das hier eingebracht werden soll, nicht einfachhin eines

ist, das aus deduktiven Schlussfolgerungen apodiktische normative Lösungen erreichen kann, sondern dass vielmehr in einem hermeneutischen Durchgang bereits vorgebrachte Argumente auf ihren begrifflichen Gehalt und ihre normativen Voraussetzungen befragt werden. Dies ermöglicht eine ethisch informierte politische Entscheidung über Erwerb und Einsatz von bewaffneten Drohnen, aber es erzwingt sie nicht.

Handlungen als Gegenstand der ethischen Reflexion

In der ethischen Beurteilung von technischen Instrumenten ist man zunächst mit folgendem Problem konfrontiert: Primärer Gegenstand ethischer Reflexion ist die normative Bewertung menschlicher Handlungen, nicht von Dingen, Werkzeugen, technischen Instrumenten oder gar Waffen. Dennoch beurteilen wir auch Werkzeuge oder sogar hochtechnologische Instrumente als „moralisch gut“ oder „ethisch schlecht“. Wenn wir etwa eine Waffe als ethisch verwerflich einstufen, dann wohl vorrangig deshalb, weil sie Handlungen ermöglicht, die wir als ethisch verwerflich qualifizieren. Wir gestehen aber zu, dass sich auch mit einer Waffe (jedenfalls in einzelnen Fällen) ethisch gut handeln lässt. Die Beurteilung der Handlung ist so besehen folglich

*Wenn wir also bestimmte technische Erfindungen
als ethisch verwerflich qualifizieren, dann deshalb, weil mit ihnen
überwiegend schlecht gehandelt wird.*

auch technikethisch vorrangig. Dieser Beitrag fokussiert mithin auf die Betrachtung ethischer Fragen „für Menschen im Umgang mit Maschinen“ (Misselhorn 2018, S. 8; kursiv im Original), also die Frage, wie „die Menschen mit einer bestimmten Technologie“ – in unserem Fall die Drohnentechnologie – „aus moralischer Sicht umgehen sollten“ (ebd., S. 8). Insofern versteht sich der vorliegende Aufsatz auch nicht als Beitrag zur Maschinenethik, deren „Gegenstand die Entwicklung einer Ethik für Maschinen ist“ (Misselhorn 2018, S. 8, Hervorhebung im Original; zur Maschinenethik vgl. auch Wallach und Allen 2009 sowie Bendel 2018) und somit im Grunde dem Feld der Medienethik zuzuordnen ist (Rath et al. 2018).

Wenn wir also bestimmte technische Erfindungen – wie z. B. Landminen – als ethisch verwerflich qualifizieren, dann deshalb, weil mit ihnen überwiegend schlecht *gehandelt* wird. So gelten Landminen als „inhumane“ Waffentechnologie, weil mit ihnen unterschiedslos (indiskriminierend) Kombattanten („Soldaten“), Nicht-Kombattanten (z. B. Militärärzte und -geistliche) und Zivilpersonen in und nach einem bewaffneten Konflikt getötet werden bzw. getötet werden können (Schörnig 2013, S. 49). Jedenfalls wird in der friedensethischen Gewaltkritik – welche

in der Lehre vom Gerechten Krieg ihre klassische Form angenommen hat (Walzer 2015; Janssen und Quante 2017) – mit Blick auf die Anwendung militärischer Gewalt im Krieg die Einhaltung des Diskriminierungsgebotes eingefordert, demzufolge zwischen Kombattanten und Nicht-Kombattanten unterschieden werden muss. Mehr noch: Gefordert wird sogar das Verbot von Waffen, die das Diskriminierungsgebot nicht einhalten können (Haspel 2002, S. 133 ff.). Art. 35,2 des 1. Zusatzprotokolls zu den Genfer Konventionen (GK 1977) verbietet sogar jeden Einsatz von Waffen, „die geeignet sind, überflüssige Verletzungen oder unnötige Leiden zu verursachen“. Art. 36 schreibt vor, dass jede neue Waffentechnologie daraufhin überprüft werden muss, ob mit ihr das Humanitäre Völkerrecht eingehalten werden kann.

Nun gibt es aber kaum ein technisches Instrument, welches grundsätzlich und immer nur in schlechten Handlungen genutzt werden könnte. Solch ein Instrument wäre dann wohl wirklich *malum in se*. Meistens lassen sich sogar Waffen für gute und schlechte Handlungszwecke einsetzen. Trotz der insofern möglicherweise günstigen Wirkungen, die man mit Waffen erreichen kann, bedeutet dies aber nicht – so unsere These –, dass Waffen „ethisch neutral“ seien. Zwar könnte man mit einer Pistole vielleicht auch Walnüsse knacken, aber wohl niemand würde eine Pistole ausschließlich zu diesem Zweck erwerben. Es ge-

hört schon zur Natur des Waffeneinsatzes, dass mit ihm Gewalt ausgeübt wird, und Gewalthandlungen sind zweifellos in besonderer Weise ethisch rechenschaftsbedürftig. Jedoch können gewisse Gewalthandlungen auch gerechtfertigt werden, z. B. als Notwehr oder Nothilfe.

Bewaffnete militärische Drohnen als ethisch bevorzugtes technisches Instrument der Kriegsführung

Wenn wir nun angesichts der oben formulierten Überlegungen die Frage beantworten wollen, ob bewaffnete militärische Drohnen ethisch neutral sein können, müssen wir uns zunächst gegenwärtigen, dass „Militärtechnik (...) ein breiter Bereich verschiedenartiger Anwendungen (ist), die durch die Aufgaben der Streitkräfte bestimmt werden“ (Altmann 2013, S. 324). Für unseren Zusammenhang ist dabei von besonderer Bedeutung, dass sich der Einsatz bewaffneter Drohnen im Spannungsfeld von Schutz- und Tötungshandeln vollzieht. Jedenfalls wird häufig argumentiert, „bewaffnete Drohnen dienen in ganz beson-

derer Weise dem Schutz der eigenen Soldatinnen und Soldaten“ (Schörnig 2013, S. 47). So hat etwa Generalleutnant Karl Müller (von April 2012 bis Mai 2018 Inspekteur der Luftwaffe) die Auffassung vertreten, der Einsatz bewaffneter Drohnen bzw. „(f)erngesteuerte(r) Luftfahrzeuge mit Bewaffnungsoption“ sei „militärisch notwendig“, um die eigenen Soldatinnen und Soldaten (besser) schützen zu können (Müllner 2015). Müllner nimmt den moralischen Standpunkt dessen ein, der Verantwortung für jene trägt, die ihm unterstellt sind. In der Tat liegt im Schutz der eigenen Soldatinnen und Soldaten ein ethischer Wert. Und wer würde bestreiten, dass militärische Robotik z. B. bei der Minenräumung Menschen schützen kann. Aber bewaffnete Drohnen einzusetzen, ist nicht nur Minenräumung.

Wenn man einen militärischen Auftrag hat, geht es darum, diesen mit Mitteln auszuführen, die einen selbst, diejenigen, für die man Verantwortung trägt und Unbeteiligte an der Auseinandersetzung – die Zivilisten – bestmöglich vor den potenziellen Folgen der Anwendung von Gewalt bewahren bzw. schützen. Aber auch die Gegner sind zu berücksichtigen; unnötige Gewalt ist auch im Krieg nicht zulässig.

Wenn diese instrumentelle Sichtweise so zutreffen würde, würde also mit einer weiteren „Automatisierung in der Militär- und Waffentechnik (...) die Gefahr, der Soldaten ausgesetzt sind“, zunächst einmal reduziert (Franke 2016, S. 29). Denn, so Sauer und Schörnig (2012, S. 363): „Machines can operate in hazardous environments“, mit der Folge, dass „[...] the use of unmanned systems in dangerous situations such as forward reconnaissance, bomb disposal, or the suppression of enemy air defense means that human soldiers can be given the best possible force protection“ (ebd., S. 364). Schutzhandlungen gelten jedoch gemeinhin als ethisch erlaubt oder gar geboten, da das Militär auf diesem Wege der „Fürsorgepflicht“ nachkommt, die es „für sein Personal“ besitzt (Misselhorn 2018, S. 178). Entsprechend hat etwa der Moralphilosoph Bradley Strawser denn auch argumentiert, dass die moralische Pflicht zum Einsatz bewaffneter Drohnen bestehe: „(...) I argue that we have a duty to protect an agent engaged in a justified act from harm to the greatest extent possible, so long as the protection does not interfere with the agent’s ability to act justly“ (Strawser 2010, S. 342). Mit Blick auf dieses Argument hat Niklas Schörnig schließlich zudem festgestellt: „Selbst Kritiker müssen anerkennen, dass dieser Schutzgedanke in westlichen Demokratien relevant ist, die ihre Soldatinnen und Soldaten als Bürger in Uniform und nicht als Kanonenfutter verstehen“ (Schörnig 2013, S. 47).

Doch nicht nur im Blick auf den Schutz der eigenen Soldaten scheinen Kampfdrohnen ein unter ethischen Gesichtspunkten bevorzugenswertes Instrument der Kriegsführung zu sein: So wird weiterhin das Argument ins Feld geführt, dass die Beschaffung von Kampfdrohnen „ethisch geboten“ sei, weil durch sie unbeabsichtigte Schäden („Kollateralschäden“) geringer gehalten werden können als mit anderen Waffen. Sie werden in ihrer Präzision sogar als „ein exaktes Gegenstück zu den ethisch in besonderem Maße verwerflichen Massenvernichtungsmitteln angesehen“ (Alwardt 2013, S. 4).

Wenn wir diese Befunde zusammennehmen, handelt es sich bei bewaffneten Drohnen also keineswegs um ein neutrales ethisches Instrument. Sie wären augenscheinlich ein zu bevorzugendes Instrument der Kriegsführung. Zumindest kann man sich mit durchaus bedenkenswerten Gründen für die Nutzung bewaffneter Drohnen einsetzen. Allerdings würde es die Reflexion arg verkürzen, wenn man glaubt, an dieser Stelle bereits ein Ergebnis in der Hand zu haben. Denn bisher wurde eben nur ein Ausschnitt aus dem Bild dargestellt, das man in den Blick nehmen muss, wenn man zu einem abgewogenen ethischen Urteil kommen will. Insbesondere ist mehr als zweifelhaft, ob man die meisten Einsätze bewaffneter Drohnen überhaupt als „schützende Handlungen“ bezeichnen kann.

Der problematische Begriff des Schutzes

In diesem Sinne ist zunächst zu klären, was „Schutz“ im hier betrachteten Kontext überhaupt bedeutet. Denn bewaffnete Drohnen sind ja kein Schild, das zwischen einem möglichen Opfer und einem Aggressor eine Sperre aufbauen würde, sondern mit bewaffneten Drohnen werden Angreifer und Gegner aktiv bekämpft. Dies kann unter Umständen ethisch legitim sein, aber dafür muss zuerst die Frage beantwortet werden, unter welchen Umständen es überhaupt legitim ist, Gewaltmittel gegen andere Personen einzusetzen. Diese Debatte kann hier nicht in ihren Einzelheiten nachgezeichnet werden (zum jüngeren Diskussionsstand Frowe 2016 und Rudolf 2017). Grundsätzlich gilt verteidigende Gewalt dann als erlaubt, wenn sie legitime Rechtsgüter – insbesondere Leib und Leben – zu bewahren versucht.

Dessen unbenommen muss jedoch auch das Schutzbedürfnis auf seine Legitimität hin befragt werden, denn nicht jedem Schutzbedürfnis darf einfachhin nachgegeben werden. Nur weil ich mich von meinem stets etwas zornig wirkenden Nachbarn bedroht fühle, darf ich ihn noch lange nicht angreifen – weder mit einer Drohne noch mit anderen Mitteln. Anders gewendet: Nur, weil in westlichen Demokratien das Schutzbedürfnis hoch ist, heißt das nicht, dass man um jeden Preis schützen darf.

Die zentrale Schwierigkeit liegt nun darin, dass „Schutz“ oder „Sicherheit“ Begriffe sind, die in ethischen Debatten kaum echtes kritisches Potenzial entfalten können. Zu unbestimmt ist ihr jeweiliger Gehalt, und zu leicht werden sie verwendet, um bereits vorhandene Voreinstellungen zu begründen.

Natürlich lässt sich einerseits argumentieren, dass sich die Gewaltanwender durch den Einsatz bewaffneter Drohnen der Gegengewalt entziehen können und dadurch besser geschützt sind. Es mag auch stimmen, dass man durch bewaffnete Drohnen näher an das Ziel der Gewaltanwendung herankommen kann und dadurch die Zahl kollateraler Opfer sinkt, was man unter Umständen als verbesserten „Schutz“ verstehen mag, obwohl es sich in erster Linie natürlich um Angriffshandlungen handelt. Andererseits jedoch kann dem entgegengehalten werden, dass die Drohnenkriegsführung in der Konsequenz zur Folge hat,

dass Staatsgrenzen leichter überflogen werden können, sich dadurch Zonen bewaffneter Konflikte ausgedehnt haben und somit der Schutz, den das Kriegsvölkerrecht, also das Humanitäre Völkerrecht, vormalig gewährt hat, nun verwässert worden ist (Schaller 2011; zur völkerrechtlichen Debatte insgesamt Frau 2014).

Hinzu kommt schließlich, dass die Unschärfe des Begriffes „Schutz“ einhergeht mit der Unschärfe des Begriffes „Bedrohung“, der eng oder weit gefasst werden kann (vgl. Rudolf 2017, S. 118 f.). Zumindest stellt sich die Frage, ob „Schutz“ nur im Falle einer unmittelbaren, direkten tödlichen Bedrohung legitim ist, oder ob das Streben nach „Schutz“ auch dann Legitimität beanspruchen kann, wenn die Bedrohung eher diffus und ihre Eintrittswahrscheinlichkeit schwierig zu kalkulieren ist.

Die Begriffe „Schutz“ oder „Sicherheit“ haben eine Tendenz, ethisch zu „totalisieren“. Es lässt sich immer noch weiter schützen oder immer noch ein Quantum an Sicherheit zulegen. In der Tat darf ein demokratischer Rechtsstaat seine Bürger nicht schutzlos lassen. Das gilt nicht zuletzt für die Bürgerinnen und Bürger, die in seinen Diensten stehen und angesichts ihrer Aufgaben mitunter Gefahrensituationen ausgesetzt sind, in denen besonderer Schutzbedarf besteht: Polizistinnen und Polizisten und eben Soldatinnen und Soldaten. Ganz zweifellos haben Soldatinnen und Soldaten einen Anspruch auf möglichst gute Ausrüstung. Dennoch muss über dieses „möglichst gut“ in einer Abwägung mit anderen Gütern, für die der Staat ebenfalls Sorge trägt, entschieden werden. Nicht jeder Ministerialbeamte kann einen gepanzerten Dienstwagen erhalten, obwohl es natürlich sehr beklagenswert ist, wenn ein Ministerialbeamter in einem schwächer geschützten Fahrzeug verletzt wird oder ums Leben kommt, was mit einem besser geschützten Fahrzeug verhindert worden wäre. Aber der Staat muss auch die Kosten der Dienst-

ist Ausdruck einer solchen technischen Fähigkeit. Erst recht ist es natürlich das Erbauen von Waffensystemen, mit denen man aus der Distanz operieren kann. Nur zeigt sich eben, dass sich die Verwundbarkeit trotz des technischen Instruments nur verlagert, sie aber nicht verschwindet. Ferngesteuerte Systeme sind immer anfällig für Ausfälle bei der Funkverbindung. Solche Ausfälle oder Störungen können sogar mutwillig von Gegnern herbeigeführt werden: das sogenannte *jamming*. Manchmal wird ein Szenario skizziert, bei dem ferngesteuerte Systeme gewissermaßen von außen „übernommen“ werden, indem man eben die Verbindung „kapert“ (Alwardt 2013, S. 4; Scharre 2018, S. 13 u. 15). Die Waffe, die man selbst auf seine Gegner richten wollte, wird nun von eben diesem Gegner gegen einen selbst gewendet.

Gezielte Tötungen

Die westliche Öffentlichkeit hat von den bewaffneten Drohnen als militärischem Instrument vor allem in Beziehung auf die von der Obama-Administration verfolgte Praxis „gezielter Tötungen“ – „verstanden als die im Auftrag von Staaten durchgeführte geplante Tötung bestimmter einzelner Personen, die nicht inhaftiert sind“ (Rudolf 2017, S. 115 f.) in Afghanistan und Pakistan Kenntnis genommen. Diese Eindrücke haben das Bild der bewaffneten Drohne nachhaltig geprägt. In Deutschland bemühen sich Militär und Sicherheitspolitik vor diesem Hintergrund darauf hinzuweisen, dass bewaffnete Drohnen in der Bundeswehr nicht in diesem Sinne eingesetzt werden sollen. Beispielsweise hielt Generalleutnant Karl Müllner ausdrücklich fest: „Für uns geht es dabei nicht um die rechtlich und ethisch problema-

Die Drohnenkriegsführung hat zur Folge, dass sich Zonen bewaffneter Konflikte ausdehnen und der Schutz, den das Humanitäre Völkerrecht gewährt, verwässert ist.

wagenflotte gegen das Schutzbedürfnis seiner Bediensteten abwägen dürfen. In diesem Sinne ist der Staat nicht verpflichtet, jedes technische Instrument, das den Schutz seiner Soldaten oder Polizisten verbessern könnte, auch tatsächlich anzuschaffen. Aber freilich geraten der Staat und seine Entscheidungsträger in Rechtfertigungszwänge, wenn es zu einem Schaden an Leib und Leben kommt. Häufig kann aber das Handeln, das vom Versuch, umfassenden Schutz zu erhalten, Abstand genommen hat, gerechtfertigt werden (vgl. Koch 2015).

Menschen suchen Schutz und Sicherheit, weil sie von Natur aus verwundbar sind. Aber dieser Verwundbarkeit werden eben nun die technischen Fähigkeiten des Menschen entgegengestellt. Auch die Rechtskonstruktion, z. B. das Schaffen des Humanitären Völkerrechts, aber auch des innerstaatlichen Polizeirechts,

tische Einsatzpraxis anderer Staaten – Stichwort *targeted killing* – sondern ausschließlich darum, die vom Deutschen Bundestag erteilten Einsatzaufträge möglichst effektiv und mit dem geringsten verantwortbaren Risiko für unsere Soldaten sowie für die unbeteiligte Zivilbevölkerung erfüllen zu können“ (Müllner 2015).

Es ist dennoch unumgänglich, gezielte Tötungen bei den Drohnen mit zu reflektieren (vgl. zur moralischen und rechtlichen Problematik gezielter Tötungen exemplarisch die jüngere Diskussion bei Rudolf 2017, S. 114 ff. sowie Schockenhoff 2018, S. 705 ff.), denn die Handlungstypen gehen in einem militärischen Einsatz ineinander über. Hier haben wir es mit einem „Slippery Slope“-Argument („Dammbruchargument“, siehe Walton 1992) zu tun: Die technische Dynamik treibt einen Pro-

zess voran, der zu einem anfänglich abgelehnten Zustand führt. Solche „Slippery-Slope“-Argumente sind in der Technikethik sehr häufig und sie schließen nur, wenn der Endzustand tatsächlich ethisch unakzeptabel ist.

Hier soll also keineswegs bestritten werden, dass Drohnen in einem gewissen Sinn schützen, so wie auch Luftnahunterstützung „schützt“. Aber es ist ein zu verkürztes Bild, nur auf diesen Schutz zu schauen und nicht zu sehen, welche Folgen Drohneneinsätze an anderer Stelle haben: Wenn beispielsweise die Folge von Drohneneinsätzen darin liegt, dass mehr Personen auf der Seite des Gegners zu angreifbaren Zielen erklärt werden, dann ist der Schutz auf der einen Seite (der eigenen) mit geringerem Schutz auf der anderen Seite (der des Gegners) „erkaufte“. Ethik

Nun sind gezielte Tötungen nach dem Recht der bewaffneten Konflikte, also dem Humanitären Völkerrecht, nicht immer illegal. Sie wären unerlaubt, wenn sie geschützte Personen betreffen, aber gegen gegnerische Kombattanten oder Zivilisten, die aufgrund ihrer direkten Beteiligung an den Feindseligkeiten ihren Schutz verloren haben, sind sie rechtlich legal. Voraussetzung ist natürlich immer, dass die Gewaltintensität die Schwelle zum bewaffneten Konflikt überschritten hat und das Humanitäre Völkerrecht daher überhaupt Anwendung finden kann. Aber diese Schwelle ist nirgendwo klar definiert und auch nicht definierbar. Dadurch aber entstehen Interpretationsräume, die Akteure gerne zu ihren Gunsten nutzen. Ist nämlich die Schwelle zum bewaffneten Konflikt nicht überschritten, müssen menschenrecht-

Durch die Verfügbarkeit eines technischen Instruments kann sich der normative Kontext schleichend ändern.

muss aber alle Seiten in den Blick nehmen. Bewaffnete Drohnen erlauben die Nachverfolgung von entdeckten Gegnern auch über weite Strecken und über Landesgrenzen hinaus. Irgendwo auf diesem Weg geht das gewissermaßen „herkömmliche“ Töten eines Kriegsgegners (das man übrigens ethisch auch problematisieren muss) in ein „gezieltes Töten“ über.

Nils Melzer, der die wegweisende völkerrechtliche Arbeit zu dieser Praxis verfasst hat, definiert diese anhand von fünf Definitionsmerkmalen: 1. Der Gebrauch von tödlicher Gewalt, 2. das Ziel des Tötens, 3. das Anvisieren individuell ausgewählter Personen, 4. der Umstand, dass die angezielten Personen nicht in Gewahrsam des Angreifers sind, und 5. der Umstand, dass die Handlung des gezielten Tötens einem Völkerrechtssubjekt zugeschrieben werden kann (vgl. Melzer 2008, S. 3 f.). Es ist zu beachten, dass es sich nur um *Definitions-* und nicht um *Legitimationskriterien* handelt und unter den Definitionsmerkmalen kein Bezug auf bestimmte technische Instrumente genommen wird. Gezieltes Töten kann mit bewaffneten Drohnen durchgeführt werden, muss aber nicht. Bei der Tötung von Osama bin Laden am 2. Mai 2011 handelte es sich gewiss um ein „gezieltes Töten“ in den Definitionsgrenzen, die Melzer aufstellt, aber es erfolgte durch Schusswaffen in der Hand einer Spezialeinheit der US-Navy Seals. Es zeigt sich jedoch, dass bewaffnete Drohnen einfach technologisch für ein gezieltes Töten bestens geeignet sind. Mit ihnen kann ein gutes Lagebild entwickelt werden, und mit ihnen können einzelne Personen halbwegs ordentlich erkannt werden. Nach wie vor gibt es Fehler, aber es ist zu erwarten, dass sich die Erkennungstechnologie noch weiter verbessert. Der Zusammenhang von gezielten Tötungen und bewaffneten Drohnen ist also nur begrifflich kontingent, empirisch ist er nicht zufällig. Denn „die militärische Logik erfordert letztlich die volle Ausnutzung der Fähigkeiten eines Systems“ (Koch und Schörnig 2015, S. 2), und zur vollen Nutzung von bewaffneten Drohnen gehört das gezielte Töten dazu.

liche Standards zur Anwendung kommen, und das heißt, dass die Gefangennahme der Tötung immer vorgezogen werden muss. Gefangennehmen kann aber eine bewaffnete Drohne, die über Westpakistan kreist und von den USA aus gesteuert wird, nicht. Daher ist es auch rechtlich fast so gut wie ausgeschlossen, dass bewaffnete Drohnen in einem polizeilichen Einsatz genutzt werden. Einzig unmittelbare Bedrohungssituationen, die einen finalen Rettungsschuss erlauben, könnten dafür in Frage kommen.

Um den gezielten Tötungen rechtliche Legitimation zu verschaffen, ist es daher nötig, die Bedingungen für einen bewaffneten Konflikt möglichst niedrig zu hängen. Es scheint auch in der Tat einiges darauf hinzudeuten, dass man heute leichter bereit ist, auch bei geringeren militärischen Auseinandersetzungen von einem bewaffneten Konflikt zu sprechen als man es vor 20 oder 30 Jahren getan hätte. Wir sehen also, dass sich durch die Verfügbarkeit eines technischen Instruments der normative Kontext schleichend ändern kann. Schon in diesem Sinne sind bewaffnete Drohnen also nicht „ethisch neutral“. Allerdings stellt sich noch ein größeres Problem: Die rechtliche Legalität garantiert noch keine ethische Legitimität. So ist zwar das Recht nicht unerheblich für die Moral, aber Rechtskonformität für sich ist noch nicht ethisch ausreichend. Möglicherweise erlaubt das Humanitäre Völkerrecht zu viel.

In der Tat lässt sich argumentieren, dass die in Melzers Definitionskriterien genannte zweite Bedingung für das „gezielte Töten“ ethisch höchst problematisch ist. Dass man handelt mit dem Ziel des Tötens – anders gesagt: dass die Handlung nur dann „erfolgreich“ ist, wenn die angegriffene Person tot ist –, das kommt nur im Falle des Vollzugs der Todesstrafe vor. In allen anderen Fällen der Anwendung letaler Gewalt ist das Töten zwar häufig wahrscheinlich und in Kauf genommen, aber nicht das Ziel des Handelns selbst. Einen erfolgreichen finalen Rettungsschuss gibt man auch dann ab, wenn die Bedrohung beseitigt ist, der ursprüngliche Bedroher aber überlebt. Das Humanitäre Völkerrecht

(St. Petersburg Erklärung von 1868) hat nur das Kampfunfähig-machen als Ziel militärischer Handlungen ausgegeben, nicht die Tötung selbst. Drohneneinsätze laufen aber zuweilen so ab, dass man dann, wenn man bemerkt hat, dass die Gegner nicht getötet worden sind, noch einmal in einem zweiten Schlag (*double tape*) nachsetzt. Zu solchen „Doppelschlägen“ sind kaum öffentliche Zahlen verfügbar. Allerdings hat die Nichtregierungsorganisation The Bureau of Investigative Journalism (2013) versucht, einige Fälle dieser Art zu dokumentieren. Solche Strafaktionen (von „Verteidigung“ ist hier kaum mehr zu sprechen) geschehen unilateral, ohne wirkliche Strafautorität und ohne der angegriffenen Person eine Chance zur Verteidigung in einem geordneten Strafverfahren zu geben. Diese Praxis ist ethisch höchst bedenklich, ja, im Grunde ausgeschlossen.

Wir wissen, dass man dem Anwender einer bestimmten Technologie nicht a priori unterstellen kann, dass er die Technologie zu illegitimen Zwecken einsetzt. Aber man darf einen Anwender schon darauf hinweisen, dass ein technisches Instrument bestimmte Anwendungen nahelegt, in die man geradezu *volens volens* hineinrutschen kann. Denn so wenig die Unterstellung gerechtfertigt ist, so wenig ist es auch die überzogene Selbstsicherheit, man werde das Gerät schon korrekt verwenden, wenn es einmal zur Verfügung steht.

Fazit und Ausblick: Können bewaffnete militärische Drohnen ethisch neutral sein?

Tragen wir die Befunde unserer Überlegungen abschließend noch einmal kurz zusammen:

Bei bewaffneten Drohnen handelt es sich weder um ein ethisch neutrales technisches Instrument noch handelt es sich aus ethischer Perspektive um ein nachgerade besonders zu bevorzugendes Instrument der Kriegsführung. Vielmehr sind bewaffnete Drohnen ethisch sehr bedenklich, da der Schutz, der auf der einen Seite für die eigenen Soldatinnen und Soldaten durch den Einsatz dieser Technologie verbessert werden mag, auf der anderen Seite mit einer Auflösung von Schutz einhergeht – insbesondere dadurch, dass das Humanitäre Völkerrecht etwas von seinem Biss verliert, weil seine Grundunterscheidungen wie die nach Zivilisten und Kombattanten oder die nach Kriegsgebiet und außerhalb des Kriegsgebiets liegende Zonen verwässert werden.

Nun bedeuten die hier von uns betrachteten ferngesteuerten Flugsysteme mit Bewaffnung nur einen Zwischenschritt auf dem Weg zu mehr Entscheidungsautonomie von Waffensystemen. Bewaffnete Drohnen können als eine Art „Einstiegsdroge“ in Richtung auf den Einsatz vollautomatisierter und autonomer Waffensysteme (*killer robots*) gesehen werden. Mit anderen Worten: Auch der Weg von der bewaffneten Drohne zum autonomen Waffensystem kann mit großer Plausibilität im Sinne einer „Slippery Slope“-Argumentation dargestellt werden, aber diese Diskussion würde den hier zur Verfügung stehenden Rahmen sprengen.

Literatur

- Altmann, Jürgen (2013): Militärtechnik. In: Armin Grunwald (Hg.): Handbuch Technikethik. Stuttgart: Metzler, S. 324–329.
- Alwardt, Christian et al. (2013): Braucht Deutschland Kampfdrohnen? Hamburger Informationen zur Friedens- und Sicherheitspolitik 50/2013. Online verfügbar unter https://ifsh.de/pdf/publikationen/hifs/HI_50_Kampfdrohnen.pdf, zuletzt geprüft am 09. 07. 2018.
- Bendel, Oliver (2018): Überlegungen zur Disziplin der Maschinenethik. In: Aus Politik und Zeitgeschichte 68 (6–8), S. 34–38.
- Franke, Ulrike (2016): Automatisierte und autonome Systeme in der Militär- und Waffentechnik. In: Aus Politik und Zeitgeschichte 66 (35–36), S. 28–32.
- Frau, Robert (Hg.) (2014): Drohnen und das Recht. Völker- und verfassungsrechtliche Fragen automatisierter und autonomer Kriegsführung. Tübingen: Mohr Siebeck.
- Frowe, Helen (2016): The ethics of war and peace. An Introduction. 2. ed. London: Routledge.
- GK – Genfer Konventionen (1977): 1. Zusatzprotokoll. Online verfügbar unter <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19770112/index.html>, zuletzt geprüft am 05. 10. 2018.
- Grunwald, Armin (Hg.) (2013): Handbuch Technikethik. Stuttgart: Metzler.
- Haspel, Michael (2002): Friedsethik und Humanitäre Interventionen. Der Kosovo-Krieg als Herausforderung evangelischer Friedsethik. Neukirchen-Vlyn: Neukirchener Verlag.
- Janssen, Dieter; Quante, Michael (Hg.) (2017): Gerechter Krieg. Ideengeschichtliche, rechtsphilosophische und ethische Beiträge. 2. Auflage. Paderborn: mentis.
- Jungholt, Thorsten; Meyer, Simone (2012): De Maizièrè wirbt für Einsatz bewaffneter Drohnen. In: Die Welt, veröffentlicht am 03. 08. 2012. Online verfügbar unter <https://www.welt.de/politik/deutschland/article108473948/De-Maizièrè-wirbt-fuer-Einsatz-bewaffneter-Drohnen.html>, zuletzt geprüft am 05. 10. 2018.
- Koch, Bernhard (2015): Bewaffnete Drohnen und andere militärische Robotik. Ethische Betrachtungen. In: Christof Gramm und Dieter Weingärtner (Hg.): Moderne Waffentechnologie. Hält das Recht Schritt? Baden-Baden: Nomos, S. 32–56.
- Koch, Bernhard; Schörnig, Niklas (2015): Die Gefahren autonomer Waffensysteme. Online verfügbar unter <http://www.juspax-eu.org/de-wAssets/docs/Tree//Tree-Of-Justice/PEACE/Ethics-of-peace//JPE-MEMO-1-LAWS-DE.pdf>, zuletzt geprüft am 28. 07. 2018.
- Melzer, Nils (2008): Targeted killing in international law. Oxford: Oxford University Press.
- Misselhorn, Catrin (2018): Grundfragen der Maschinenethik. Stuttgart: Reclam.
- Müllner, Karl (2015): Ferngesteuerte Luftfahrzeuge für unsere Soldaten im Einsatz. Veröffentlicht bei kreuz-und-quer.de. Diskussionsforum zum politischen Handeln aus christlicher Verantwortung. 26. Januar 2015. Online verfügbar unter <https://blogkreuzundquer.files.wordpress.com/2014/12/mc3bc1lner-drohnen.pdf>, zuletzt geprüft am 11. 07. 2018.
- Rath, Matthias; Karmasin, Matthias; Krotz, Friedrich (2018): Brauchen Maschinen Ethik? Begründungstheoretische und praktische Herausforderungen. In: Dies. (Hg.): Maschinenethik. Normative Grenzen autonomer Systeme. Wiesbaden: Springer VS, S. 1–10.
- Rudolf, Peter (2017): Zur Legitimität militärischer Gewalt. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.

Sauer, Frank; Schörnig, Niklas (2012): Killer drones. The ‚silver bullet‘ of democratic warfare? In: Security Dialogue 43 (4), S.363–380.

Schaller, Christian (2011): Gezielte Tötungen und der Einsatz von Drohnen. Zum Rechtfertigungsansatz der Obama-Administration. In: Humanitäres Völkerrecht-Informationsschriften (HuV-I) 24, S.91–96.

Scharre, Paul (2018): Army of none. Autonomous weapons and the future of war. New York: W. W. Norton.

Schockenhoff, Eberhard (2018): Kein Ende der Gewalt? Friedensethik für eine globalisierte Welt. Freiburg i. B.: Herder.

Schörnig, Niklas (2013): „Aber wehe, wehe, wehe! Wenn ich auf das Ende sehe!“ Gefahren der Beschaffung bewaffneter Drohnen. In: Marc von Boemcken, Ines-Jacqueline Werkner, Magret Johannsen und Bruno Schoch: Friedensgutachten 2013. Berlin: Lit, S. 46–57.

Strawser, Bradley J. (2010): Moral predators: The duty to employ uninhabited aerial vehicles. In: Journal of Military Ethics 9 (4), S.342–368.

The Bureau of Investigative Journalism (2013): Get the data. The return of double-tap drone strikes. Online verfügbar unter <https://www.thebureauinvestigates.com/stories/2013-08-01/get-the-data-the-return-of-double-tap-drone-strikes>, zuletzt geprüft am 05.10.2018.

Wallach, Wendell; Allen, Colin (2009): Moral machines. Teaching robots right from wrong. Oxford: Oxford University Press.

Walton, Douglas (1992): Slippery slope arguments. Oxford: Clarendon Press.

Walzer, Michael (2015): Just and unjust wars. A moral argument with historical illustrations. 5. Auflage. New York: Basic Books.



DR. BERNHARD KOCH

ist stellvertretender Leiter des Instituts für Theologie und Frieden in Hamburg sowie Lehrbeauftragter für Philosophie an der Universität Hamburg und der Goethe-Universität Frankfurt am Main.



DR. BERNHARD-WILHELM RINKE

ist externer Projektmitarbeiter des Instituts für Theologie und Frieden in Hamburg, Mitglied des Zentrums für Demokratie- und Friedensforschung an der Universität Osnabrück sowie Lehrbeauftragter am dortigen Institut für Sozialwissenschaften. Aktuell beschäftigt er sich vor allem mit Fragen der ethisch legitimen Anwendung militärischer Gewalt. Unter dem Arbeitstitel „Ethische Fragestellungen im Kontext autonomer Waffensysteme“ hat er gemeinsam mit Bernhard Koch vom Institut für Theologie und Frieden in Hamburg jüngst ein Gutachten für das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag verfasst.

politische ökologie

Die Buchreihe für Querdenker und Vordenkerinnen

Smartopia

Geht Digitalisierung auch nachhaltig?

Algorithmen überwachen und lenken zunehmend den Alltag. Wenige Großkonzerne machen gute Geschäfte mit unseren Daten, während sie vollmundig smarte technische Lösungen mit geringeren Ressourcenverbräuchen versprechen. Die Politik schaut beinahe hilflos zu, wie sich die Digitalisierung rasant und weitgehend unkontrolliert Bahn bricht. Dabei werden umweltschonende Lebensstile mithilfe digitaler Tools theoretisch einfacher. Praktisch besteht aber die Gefahr, guten Gewissens weiter zu viel zu konsumieren und damit noch mehr Energie und Rohstoffe zu verbrauchen, als der Planet auf Dauer verkraften kann.

Die Digitalisierung wird nur dann zu einer Triebkraft für die nachhaltige Wende von Wirtschaft und Gesellschaft, wenn politisch gesetzte Rahmenbedingungen für konsequenten Datenschutz, digitale Genügsamkeit und Gemeinwohlorientierung sorgen.

Mit Beiträgen von T. Santarius, S. Lange, C. Kurz, F. Sühmann-Faul, S. Rammler, S. Heuss, M.-L. Abshagen, N. Grotefendt u.v.m.



Erhältlich im Buchhandel, unter www.oekom.de oder als E-Book



politische ökologie (Band 155):
Smartopia – Geht Digitalisierung auch nachhaltig?
144 S., 17,95 Euro,
ISBN 978-3-96238-096-0

Forschung im Fluge

Wie UAS die Wissenschaft bereichern und
vor neue Herausforderungen stellen

Simon Schneider, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam
(simschne@uni-potsdam.de),  orcid.org/0000-0002-8561-037

Bodo Bookhagen, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam (bodo.bookhagen@uni-potsdam.de),
 orcid.org/0000-0003-1323-6453

Paul Eschbach, UAV DACH e.V. – Verband für unbemannte Luftfahrt, Braunschweig
(paul.eschbach@uavdach.org)

Der Einsatz von Unmanned Aerial Systems (UAS) revolutioniert die Beobachtung umweltrelevanter Faktoren. Sie ermöglichen die Vermessung und Kartierung relativ großer, oft schwierig oder gänzlich unzugänglicher Flächen mit hoher räumlicher Auflösung zu einem selbstbestimmten Zeitpunkt, mit überschaubarem Zeitaufwand im Feld und mit unterschiedlichsten Sensoren. Ihr Einsatz eröffnet außerdem die Möglichkeit weitgehend zerstörungs- und rückwirkungsfreier Aufnahmen im Gelände. Die Forschung ist dabei dem rechtlichen und regulatorischen Rahmen verpflichtet, der das Fliegen im öffentlichen Raum ordnet und reguliert, z. B. hinsichtlich einer Kenntnispflicht für Pilotinnen und Piloten, Einschränkungen der Flugrouten oder Genehmigungsverfahren. Der Einsatz von UAS bietet aber erheblichen Mehrwert: in den Erd- und Umweltwissenschaften, der Agrarforschung, im Monitoring von Naturrisiken, in der Archäologie, der Zoologie, der Sicherheitsforschung und für viele weitere Anwendungen.

Fast-paced research

Challenges and Opportunities of UAS for Research

Unmanned aerial systems (UAS) currently revolutionize the monitoring, observation, and research opportunities of environmental processes. They provide many positive aspects, such as high spatial and temporal resolution for environmental monitoring and the definition of the observation time. In addition, UAS allow the use of a variety of sensors and instruments and often collect data outside the realm of the optical spectrum – all leading to non-destructive and non-invasive mapping. The utilization of UAS requires a robust legal and regulatory framework that manages the public airspace and ensures that public, commercial, and academic applications are well defined and supported. This includes the requirement of a certificate of knowledge, flight route restrictions due to airspace limitations, and an authorized institution to hand out permits. These legal constraints and regulations are impor-

tant and provide scientific applications with large potential, for example in the fields of earth and environmental science, agriculture and ecology, the monitoring of natural hazards, archaeology, zoology, and in security research – and many more applications.

Keywords: UAS in research, structure from motion, certificate of knowledge, earth system science, environmental monitoring

Einleitung

Die unbemannte Luftfahrt hat mit dem Einsatz von UAS (Unmanned Aerial System) in den letzten Jahren riesige Entwicklungsschritte gemacht. Aus einem zivilen Nischensegment für Bastler und Enthusiasten hat sich ein großer eigener Wirtschaftszweig mit professionellen Systemen, Dienstleistungen und Leistungsmerkmalen entwickelt. Experten rechnen weltweit mit weiterem Wachstum und dem Ausbau dieser Branche hin zu ganz neuen Möglichkeiten im Transportwesen (D’Andrea 2014; Thiels et al. 2015) und der wissenschaftlichen Anwendung als Träger von Sensoren für Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Das ursprüngliche Aufgabenfeld – die Aufnahme von Luftbildern – ist mit weit komplexeren Anwendungsszenarien ergänzt worden. Die angewandten Wissenschaften profitieren von den technologischen Entwicklungen aus der Forschung zur Elektromobilität sowie von Entwicklungen, die aus der Luft- und Raumfahrt stammen. Anwendungen in der Umweltforschung, der Geographie oder der Biologie sind durch Innovationen im Bereich der Präzisionssteuerung und der Fluglagenkontrolle möglich. UAS erlauben es, große Flächen schnell und effizient zu kartieren, und mit hohen räumlichen Auflösungen zu vermessen. Die zeitliche Selbstbestimmung des Fluges sowie der Zugang zu kaum erreichbaren Gebieten, zum Beispiel im Katastrophenfall oder in extremen Klima- und Topographiebe-

This is an article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CCBY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.14512/tatup.27.3.45>
Submitted: 23. 07. 2018. Peer reviewed. Accepted: 08. 10. 2018

reichen (Haala und Schwieger 2017), sind Vorzüge, die für den Einsatz von UAS in der Wissenschaft sprechen.

UAS sind dank intelligenter Bus-Systeme in der Lage unterschiedlichste Sensortechniken zu transportieren. Neben rein optischen Aufzeichnungen können multispektrale Vermessungen, die z. B. den Infrarot- oder Ultraviolett-Bereich umfassen, aktive Verfahren wie Radar-, Laser- und Lidar-Messungen oder sogar chemische Sensoren eingesetzt werden. Speziell aufgezeichnete Daten werden durch komplexe Verfahren, wie z. B. dem Structure-from-Motion (SfM) Prozess (Westoby et al. 2012), zu dreidimensionalen Strukturen zusammengeführt und liefern Informationen, die in zahlreiche wissenschaftliche Anwendungen integriert werden. Aufgrund der geringen logistischen Anfor-

Herausforderungen

Während der Einsatz von UAS in der Wissenschaft neue Wege der Datenaufzeichnung und somit neue Informationen erlaubt, steht die Forschung vor neuen Herausforderungen. Diese sind auf unterschiedlichen Ebenen zu finden:

Dateninfrastrukturen

Durch die schnelle und flächendeckende Vermessung und Beobachtung werden entsprechend große und komplexe Datenmengen erzeugt. Die Wissenschaft stößt hier bereits jetzt an ihre Grenzen: sowohl im Handling dieser Daten als auch bei ihrer Speicherung, Zugänglichkeit und Verifikation. Die in der Wis-

Autonome Drohnen könnten in Katastrophengebieten eingesetzt werden, um Menschen zu retten oder Informationen für Entscheider zu sammeln.

derungen an den Einsatz von UAS werden zudem Langzeitstudien möglich, die z. B. saisonale Veränderungen der Biodiversität (Saarinen et al. 2018) oder erosionsbedingte Änderungen der Topographie (Turner et al. 2015) mit bisher unerreichter Auflösung ermöglichen. Archäologen, Landschaftsplaner und Bau- und Denkmalpfleger (Haala und Schwieger 2017) nutzen UAS seit einiger Zeit, um das kulturelle Erbe in Form dreidimensionaler Aufzeichnungen zu bewahren (Fallavollita et al. 2013; Campana 2017) und um selbst kleinste, meist klimabedingte Änderungen bis hinein in niedrige Zentimeter-Skalen (Nebiker et al. 2008; Turner et al. 2012) zu erkennen.

Einen besonderen Aspekt erfährt dies in der Vermessung und Aufzeichnung historischer Großobjekte, die durch Siedlungsdruck oder Klimaveränderungen der Zerstörung ausgeliefert sind. Um größere Zielgebiete strukturiert befliegen zu können, kommt der reine Sichtflug schnell an die Grenzen – UAS müssen im programmierten Betrieb in autonome und teilautonome Flugverfahren überführt werden. Die reine Sichtweite (*visual line of sight*) ist dann keine Beschränkung mehr und eröffnet ganz neue Einsatzgebiete (Korn und Edinger 2008). Auch aus Gründen der Flugsicherheit sind autonome Systeme von Interesse, wenn diese z. B. anderen Flugkörpern (Vögel, andere UAVs, etc.) selbsttätig ausweichen sollen. Autonome UAS könnten so in Bereichen eingesetzt werden, die eine Steuerung per Sichtkontakt und Fernsteuerung nicht zulassen – sie können sogar bei fehlenden GNSS-Signalen eingesetzt werden (Artieda et al. 2009). Mit ihnen wäre zudem eine detaillierte Aufzeichnung von Stollen und Höhlen mit geringem Risiko und Ressourceneinsatz möglich (Azhari et al. 2017). Auch in Katastrophengebieten, nach Erdbeben oder während Vulkanausbrüchen könnten solche autonomen UAS eingesetzt werden, um Menschen zu retten, Infrastrukturen zu sichern oder Informationen für Entscheider zu sammeln (Iqbal et al. 2015; Xu et al. 2014; Erdelj et al. 2017).

enschaft existierenden Datenmanagement-Systeme konnten im letzten Jahrzehnt nicht mit diesen Datenmengen mitwachsen. Servercluster, die sowohl eine Speicherung wie auch den einfachen und uneingeschränkten Zugriff auf Daten zulassen, sind derzeit kaum vorhanden. Sollen zudem Anwendungen, Algorithmen oder komplexe Processing-Verfahren eingesetzt werden, sind die Serverkapazitäten in Deutschland derzeit als nicht vorhanden einzustufen. Noch gravierender ist, dass die Archivierung von Processing-Werkzeugen und damit die für den wissenschaftlichen Prozess wichtige Reproduzierbarkeit so nicht gesichert scheint (Franke et al. 2015; DFG 2013).

Mit diesen Problemen verbunden ist die Herausforderung, die neuen Datensätze mit bereits existierenden zu verknüpfen. Umweltforschung und Geowissenschaften nutzen bislang überwiegend sogenannte Rasterdaten (auch als GRID bezeichnet). Messwerte werden hier an bestimmten, meist gleichverteilten Punkten aufgenommen, was die Datenverarbeitung deutlich vereinfacht. Seit einem Jahrzehnt sind darüber hinaus z. B. Lidar-daten mit einer anderen Datenstruktur im Forschungsbereich vorhanden: Punktwolken mit irregulären Abständen der Messwerte zueinander bieten verbesserte räumliche Auflösungen, erfordern aber auch neue Interpretationsroutinen (z. B. durch die Überführung in Triangulated Irregular Networks, TIN) und fundiertes Fachwissen (Perroy et al. 2010). Die Punktwolken werden zur Analyse häufig in Rasterdaten (Digitales Geländemodell) umgewandelt, um ein vereinfachtes Arbeiten zu ermöglichen (Passalacqua et al. 2010; Roering et al. 2013).

Mit UAS werden solche detaillierten Punktwolken z. B. über fotogrammetrische Verfahren aufgezeichnet. Für die Messung von Veränderungen der Erdoberfläche mit mehreren, zeitlich versetzten Aufnahmen (*change detection*) werden aber komplexere Analysemethoden benötigt, die eine bessere Vergleichbarkeit erlauben (Saur und Krüger 2016). Die Daten müssen hierzu auf ein einheitliches geografisches Format gebracht werden, was

bei unterschiedlichen Flugverhalten mit z. T. großem Aufwand verbunden ist. Fliegt das UAS z. B. wegen wechselhafter Windverhältnisse nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, sind auch die Messpunkte nicht gleichmäßig verteilt. In der Verarbeitung müssen daher komplexere Algorithmen genutzt werden, die diese unterschiedlichen Punktabstände berücksichtigen. Verschiedene universitäre Arbeitsgruppen widmen sich diesem Problem. Sie versuchen, bestehende Rasterdaten mit neuen Punktwolken zu kombinieren (Perroy et al. 2010; Brell et al. 2016; Brell et al. 2017). Ziel ist es, Erdbeobachtungen, die von Satelliten oder anderen Flugobjekten aus gemacht werden, mit den Beobachtungsdaten der UAS zu verschmelzen. Dies erlaubt die Satellitendaten zu kalibrieren und großflächig präzisere Aussagen zu treffen – eine wichtige Aufgabe z. B. für den Katastrophenschutz. Um hier aber ein überregionales oder gar globales Produkt für Anwender und Entscheider zu entwickeln, müssen die angesprochenen Defizite der Serverkapazitäten behoben werden.

Gleichzeitig zeichnet sich ab, dass die neuen Möglichkeiten einer flächendeckenden dreidimensionalen Beobachtung die Begrenzungen der Serverkapazitäten noch verschärfen. Durch geschickte Routenplanung und Methodiken wie Structure-from-Motion können nun dreidimensionale Umweltdaten in höchster Auflösung erzeugt werden. Biologen vermessen z. B. mithilfe von UAS die Biomasse einzelner Bäume oder ganzer Wälder (Alonzo et al. 2014). Hierdurch wird es möglich, die Speicherkapazitäten für Kohlenstoffdioxid mit großer Genauigkeit zu bestimmen – Daten, die für Klimamodelle dringend erforderlich sind. Die Datenmengen steigen durch diese 3-D-Anwendungen enorm an. Die Visualisierung der Daten scheint dabei gelöst – ihre Speicherung und Auswertung sind jedoch nach wie vor Herausforderungen für die Wissenschaft. Anwendungen in der Versicherungswirtschaft, der Energiebranche oder in Planung und Logistik stellen dabei nur die Spitze möglicher Märkte abseits der rein wissenschaftlichen Nutzung dar.

Die Visualisierung der Daten scheint gelöst – ihre Speicherung und Auswertung sind nach wie vor Herausforderungen für die Wissenschaft.

Neben der Datenverschmelzung und der Dreidimensionalität verschärft ein weiterer Faktor den Bedarf an Serverkapazitäten: die Zeitreihenbeobachtung. War es bisher aufgrund logistischer und technischer Herausforderungen nur möglich, punktuell Umweltbeobachtungen über eine längere Zeit zu realisieren, können solche Daten mithilfe von UAS nun auch flächenhaft erzeugt werden. Würden z. B. an fest stationierten Klimamessstationen in Städten bisher wertvolle Zeitreihen umweltrelevanter Faktoren wie Feinstaubbelastung, städtische Klimadaten oder Nutzungsmuster registriert, können diese Daten mit UAS flächendeckend und regelmäßig aufgezeichnet werden (Villa et al.

2016). So sind z. B. über Monate hinweg Beobachtungen der Änderungen der Feinstaubbelastungen in ländlichen Räumen möglich. Insbesondere der Wechsel von punktuellen Messdaten hin zu Beobachtungen im städtischen oder ländlichen Kontext erweitert das Verständnis der Mikroklimadynamik. Langzeitbeobachtungen erzeugen aber unmittelbar größere Datenmengen. Begrenzte Kapazitäten zur Daten- und Prozessspeicherung großer Datenmengen stellen eine Herausforderung dar, die kurzfristig angegangen werden könnte. Mittelfristig folgen daraus für die Wissenschaft jedoch Probleme bezüglich Wartung, Unterhalt oder auch hinsichtlich des Vertrauens in solche Server-Cluster (Potthoff et al. 2014). Gemeint sind damit zwar auch Allgemeinkosten, wichtiger scheint aber, dass das notwendige Personal zur Verfügung steht. Dies öffnet eine zweite Dimension der Herausforderungen für den Gebrauch von UAS in der Wissenschaft: die Ausbildung von Experten.

Personalressourcen

Nach dem geläufigen Muster werden Wissenschaftler in einem eher als autodidaktisch zu wertenden Prozess zu UAS-Piloten. Meist bereits mit dem „Drohnen-Virus“ befallen und im Hobby-Bereich aktiv, nutzen Forscherinnen und Forscher UAS auch in ihrer wissenschaftlichen Arbeit. Sie haben oft privat gesammelte Flugerfahrungen und sind mit wenigen Flugsystemen vertraut (im Hobbybereich meist kleine Quadrocopter). In der wissenschaftlichen Anwendung treffen sie nun auf Fixed-Wing-Systeme oder Multicopter mit hohen Traglasten. Eine Ausbildung oder ein Training mit solchen Systemen wird jedoch in der Regel nicht professionalisiert angeboten. Zwar bieten einige Hersteller entsprechende Schulungen im Umfeld des Kaufs von UAV-Systemen an, jedoch sind solche Schulungen bei einem bestehenden Gerätepool von mehreren unterschiedlichen Systemen kaum mehr für Forschungseinrichtungen finanzierbar. Für ältere oder modifizierte UAVs sind entsprechende Angebote in der Regel

nicht zu finden. Curriculare Angebote fehlen in der Regel völlig. Einige Hochschulen bieten seit neustem Flugtrainings in Sommerschulen an, vielerorts finden aber keine entsprechenden Praxis-Trainings statt. Hier ist die Wissenschaft derzeit stark auf das persönliche Engagement von Forscherinnen und Forschern angewiesen. Ein deutschlandweites Netz an Prüfungsstellen ermöglicht nun aber den räumlich nahen Zugang zum geforderten Kenntnissnachweis und damit zu einer theoretischen Ausbildung und Prüfung in Luftrecht, Meteorologie und Flugverfahren.

Eine strukturelle Unterstützung aufzubauen scheint daher Aufgabe von Hochschulen und Forschungseinrichtungen selbst

zu sein. Im Raum Potsdam/Berlin oder auch in Göttingen haben sich daher Netzwerke der wissenschaftlichen UAS-Nutzer gebildet, in denen entsprechende Angebote institutionsübergreifend realisiert werden, z. B. Workshops zur Datenbearbeitung von Punktwolken (ausgerichtet durch UNAVCO und die International Research Training Group Strategy an der Universität Potsdam) oder zu rechtlichen Rahmenbedingung der UAS-Nutzung in der Wissenschaft (unterstützt durch das Geo.X Netzwerk).

Neben der flugpraktischen Ausbildung sind auch anwendungsbezogene Kompetenzen wichtiger Bestandteil einer Nachwuchsschulung. Grundlagen des Datenhandlings und der Datenverarbeitung sind dabei Kernaufgaben der Hochschulen.

Die Wissenschaftslandschaft in Deutschland stößt durch den Datenzuwachs an Kapazitätsgrenzen.

Zahlreiche Seminare und ganze Studiengänge sind um diese Kompetenzen entstanden (Helbig 2016). Deutschland hat sich hierbei in der internationalen Spitzengruppe der UAS-Datenwissenschaften etabliert. Von hohem Wert ist die Kooperation zwischen Umwelt-, Bio- und Geowissenschaften mit den Computer- und Datenwissenschaften. Dabei werden zunehmend Techniken des Data-Mining und der Mustererkennung aus der Informatik in die Disziplinen der UAS-Nutzer übertragen. Der Technologie- und Wissenstransfer in Bezug auf die Datenvisualisierung ist ebenfalls angestoßen. Als noch ausstehende Herausforderung ist aber der Bereich des Datenmanagements anzusehen. Die Archivierung großer Datenmengen ist mit Fachkompetenzen zu füllen, wie sie bislang von der Wissenschaft noch nicht bereitgestellt werden. Die wenigen etablierten Datenrepositorien der Geo- und Biowissenschaften sind personell meist nur mit dem Nötigsten ausgestattet. Nur dank der großen Erfahrung und der Expertise dieser Fachleute ist der stetige Zuwachs an Daten, Datenformaten und Processing-Werkzeugen derzeit noch handhabbar. Es zeichnet sich ab, dass die Wissenschaftslandschaft Deutschlands hier an ihre Kapazitätsgrenzen stößt. Eine Ausbildung im Datenmanagement ist derzeit nur an wenigen Orten möglich (z. B. an der FH Potsdam oder der TU Dortmund, gelegentlich in Zusammenhang mit Studiengängen der Geodäsie oder Geoinformatik oder als Ausbildungsbestandteil im Vermessungswesen). Hier gilt es, den bereits absehbaren, zukünftigen Bedarf frühzeitig anzusprechen und kurzfristig entsprechende Angebote zu schaffen.

Bei der Entwicklung solcher Angebote muss aber die hohe Personalfluktuationsrate in der Wissenschaft berücksichtigt werden. Wissenschaftler sind in Forschungsvorhaben in der Regel für wenige Jahre angestellt. Daher kommt es zu einem stetigen Austausch des Personals (Doktoranden, Postdocs, wissenschaftliche Mitarbeiter). Die angesprochene Notwendigkeit professioneller Aus- und Weiterbildung darf daher nicht nur den kurzfristigen

Bedarf decken – sie muss auch den mittel- und langfristigen Rahmenbedingungen durch entsprechende curriculare und administrative Planungen Rechnung tragen.

Technologieentwicklung

Die Nutzung von UAS in der Wissenschaft stellt spezielle Anforderungen an die Technik, die aber oft selbst Teil von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben ist. Da hierbei insbesondere zwei technische Komponenten zu berücksichtigen sind, Fluggerät und Datensensorik, sind aktuelle Entwicklungen in einem sehr breiten Themenfeld zu beobachten. Gleichwohl sind technische Herausforderungen auf der Fluggerät-Ebene insbesondere von Herstellern selbst getrieben, die sich durch den derzeit boomenden privaten Markt zu immer neuen Innovationen antreiben lassen. So ist die Anforderung transportable UAS-Einheiten zu entwickeln in den letzten Jahren bereits sehr gut umgesetzt worden. Dies ist für Anwender aus den Bio- und Geowissenschaften von großem Interesse, da hier Forschungsvorhaben in aller Regel abgelegene Regionen, meist im internationalen Kontext, betreffen. Weitere Entwicklungen sind zudem im Umfeld geräuschmindernder Konzepte, langlebiger Batteriesysteme und präziser Steuerung zu erwarten.

Sehr spezielle technische Anforderungen an UAS leiten sich aus den wissenschaftlichen Fragestellungen selbst ab. So werden Sensortechnologien genutzt, die abseits von Massenmärkten zu sehen sind (Nebiker et al. 2015). Infrarot- und Multispektralsensorik, Radar- und Laser-Technologien oder Lidar-Anwendungen verlangen nach speziellen Träger- und Bussystemen. Solche Bussysteme müssen einen einfachen und schnellen Wechsel der Sensorik oder gar eine parallele Nutzung unterschiedlicher Verfahren ermöglichen. Hier werden vielerorts individuelle Lösungen entwickelt. In letzter Zeit sind erste Universal-Systeme verfügbar geworden, die jedoch ihre Tauglichkeit im Wissenschaftsumfeld noch unter Beweis stellen müssen. Von Interesse sind auch platzsparende Lösungen, die den Einsatz kleiner, einfach zu transportierender Drohnen erlauben. Solche Drohnen sind neben der einfacheren Logistik auch sinnvoll, wenn Drohnen-Schwärme eingesetzt werden sollen. Der gleichzeitige Einsatz von mehreren, aufeinander abgestimmten UAS könnte z. B. den Einsatz hochsensibler Messverfahren erlauben, wie sie in der Prospektion denkbar sind. Bisher fehlt es neben den erwähnten platzsparenden Sensoriken zudem an Flugregelungs- und Missionssteuerungslösungen, die bei stark unsicheren System- und Umgebungseigenschaften greifen. Derzeit wird daher geforscht, Kamera- und Laser-Systeme als Sensoren in der Flugsteuerung einzusetzen. Dies würde eine zusätzliche Sicherheit im Flugbetrieb einzelner UAS ergeben und könnte die Fluglage- und Positionsbestimmung in UAS-Schwärmen untereinander ermöglichen (He et al. 2018).

Administrative Strukturen

Die Frage nach Haftpflichtversicherungen, die für Aufstiegs-genehmigungen notwendig sind, ist aufseiten der Hochschulen bisher kaum gelöst. Zwar unterliegen viele Universitäten dem

Grundsatz der Selbstversicherung, doch wird diese von vielen wissenschaftlichen Nutzern als unzureichend bemängelt. Wenn Forschende im Sinne des sicheren Betriebs von UAS ausgebildet werden sollen, so müssen auch Studierende UAS fliegen dürfen. Hier erhofft sich die forschende Seite der Hochschulen von der administrativen Ebene rasch ein Konzept. In der Tat werden bereits vielerorts intensiv Gespräche geführt. Welche Lösungen sich letztlich als realisierbar und effizient erweisen werden, bleibt aber abzuwarten.

Auf europäischer Ebene deutet sich an, dass in naher Zukunft die Zuständigkeit und damit auch die Regelungen für die unbemannte Luftfahrt vom europäischen Parlament erneuert werden. Zur Stärkung des europäischen Marktes für UAS wird die Zuständigkeit für die unbemannte Luftfahrt auch unterhalb von 150 kg zukünftig in die Zuständigkeit der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) gelegt. Damit ist der Weg geebnet, dass in Deutschland und Europa einheitliche Verfahren und Regelungen Einzug halten und Hindernisse bei der raschen Entwicklung der unbemannten Luftfahrt überwunden werden. Hier geht Europa einen fälligen, mutigen und begrüßenswerten Schritt in die gemeinsame Zukunft. Die UAS-Nutzer aus der Wissenschaft hoffen, dass auch ihre Perspektive bei der Konzeption EU-weiter Vorgaben berücksichtigt wird.

Anmerkung

Diese Publikation ist im Rahmen der Forschungsinitiative NEXUS an der Universität Potsdam sowie der Initiative GeoEd – Mehr Geowissen in der Bildung (Universität Potsdam und GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung) entstanden. NEXUS wird vom Brandenburgischen Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur (MWFK) unterstützt.

Literatur

- Alonzo, Mike; Bookhagen, Bodo; Roberts, Dar (2014): Urban tree species mapping using hyperspectral and lidar data fusion. In: *Remote Sensing of Environment* 148, S. 70–83.
- Artieda, Jorge et al. (2009): Visual 3-D SLAM from UAVs. In: *Journal of Intelligent and Robotic Systems* 55, S. 229–321.
- Azhari, Faris et al. (2017): A comparison of sensors for underground void mapping by unmanned aerial vehicles. In: M. Hudyma und Y. Potvin (Hg.): *Underground mining technology*. Sudbury, Australia: Australian Centre for Geomechanics. Online verfügbar unter https://papers.acg.uwa.edu.au/d/1710_33_Sennersten/33_Sennersten.pdf, zuletzt geprüft am 04. 10. 2018.
- Brell, Maximilian; Rogass, Christian; Segl, Karl; Bookhagen, Bodo; Guanter, Luis (2016): Improving sensor fusion. A parametric method for the geometric coalignment of airborne hyperspectral and lidar data. In: *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54 (6), S. 3460–3474.
- Brell, Maximilian; Segl, Karl; Guanter, Luis; Bookhagen, Bodo (2017): Hyperspectral and lidar intensity data fusion. A framework for the rigorous correction of illumination, anisotropic effects, and cross calibration. In: *Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 55 (5), S. 2799–2810.
- Campana, Stefano (2017): Drones in archaeology. State-of-the-art and future perspectives. In: *Archaeological Prospection* 24 (4), S. 275–296.
- D'Andrea, Raffaello (2014): Can drones deliver? In: *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 11 (3), S. 647–648. DOI: 10.1109/TASE.2014.2326952.
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft (2013): *Langzeitperspektiven und Infrastruktur der terrestrischen Forschung Deutschlands*. Ein systemischer Ansatz. Online verfügbar unter http://www.dkn-future-earth.org/data/mediapool/strategiepapier_infrastruktur_de.pdf, zuletzt geprüft am 04. 10. 2018.
- Erdelj, Milan; Król, Michal; Natalizio, Enrico (2017): Wireless sensor networks and multi-UAV systems for natural disaster management. In: *Computer Networks* 124, S. 72–86. DOI: 10.1016/j.comnet.2017.05.021.
- Fallavollita, Paolo et al. (2013): UAS for archeology. New perspectives on aerial documentation. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-1/W2*, S. 131–135. DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-1-W2-131-2013.
- Franke, Michael et al. (2015): *Positionspapier „Research data at your fingertips“ der Arbeitsgruppe Forschungsdaten*. Potsdam: Deutsches Geoforschungszentrum. DOI: 10.2312/allianzfd.001.
- Haala, Norbert; Schwiager, Volker (2017): UAV. Anforderungen und Möglichkeiten. In: Aiham Hassan (Hg.): *Unmanned Aerial Vehicles 2017 (UAV 2017)*. Beiträge zum 156. DVW-Seminar am 9. und 10. Februar 2017 in Stuttgart. Augsburg: Wißner-Verlag, S. 9–26. Online verfügbar unter https://geodaesie.info/system/files/privat/DVW_86_2017_UAV_2017_FINAL_170124.pdf, zuletzt geprüft am 04. 10. 2018.
- He, Lvlong; Bai, Peng; Liang, Xialong; Zhang, Jiaqiang; Wang, Weijia (2018): Feedback formation control of UAV swarm with multiple implicit leaders. In: *Aerospace Science and Technology* 72, S. 327–334.
- Helbig, Kerstin (2016): Research data management training for geographers. First impressions. In: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 5 (4). DOI: 10.3390/ijgi5040040.
- Iqbal, Umair et al. (2015): Selection of unmanned aerial systems (UAS) for disaster relief operations. A comparison. In: *Science International (Lahore)* 27 (4), S. 3199–3203.
- Korn, Bernd; Edinger, Christiane (2008): UAS in civil airspace. Demonstrating „sense and avoid“ capabilities in flight trials. In: *IEEE/AIAA 27th Digital Avionics Systems Conference*, S. 4.D.1-1 bis 4.D.1-7.
- Nebiker, Stephan; Annen, Adrian; Scherrer, Marco; Oesch, David (2008): A light-weight multispectral sensor for micro UAV. Opportunities for very high resolution airborne remote sensing. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 37, S. 1193–1198.
- Nebiker, Stephan; Lack, Natalie; Läderach, Sonja (2015): UAV-Fernerkundung. Neue Sensoren und Anwendungen. In: *Geomatik Schweiz* 113, S. 351–355. DOI: 10.5169/seals-513920.
- Passalacqua, Paola et al. (2015): Analyzing high resolution topography for advancing the understanding of mass and energy transfer through landscapes. A review. In: *Earth-Science Review* 148, S. 174–193.
- Perroy, Ryan; Bookhagen, Bodo; Asner, Gregory; Chadwick, Oliver (2010): Comparison of gully erosion estimates using airborne and ground-based LiDAR on Santa Cruz Island, California. In: *Geomorphology* 118, S. 288–300.
- Potthoff, Jan; Wezel, Jos Van; Razum, Matthias; Walk, Marius (2014): Anforderungen eines nachhaltigen, disziplinübergreifenden Forschungsdaten-Repositories. In: Paul Müller, Bernhard Neumair, Helmut Reiser und Gabi Rodosek (Hg.): *7. DFN-Forum – Kommunikationstechnologien*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., S. 11–20.
- Roering, Joshua et al. (2013): You are HERE. Connecting the dots with airborne lidar for geomorphic fieldwork. In: *Geomorphology* 200, S. 172–183.

- Saarinen, Ninni et al. (2018): Assessing biodiversity in boreal forests with UAV-based photogrammetric point clouds and hyperspectral imaging. In: *Journal of Remote Sensing* 10 (2). DOI: 10.3390/rs10020338.
- Saur, Günter; Krüger, Wolfgang (2016): Change detection in UAV video mosaics combining a feature based approach and extended image differencing. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLI-B7*, S. 557–562. DOI: 10.5194/isprsarchives-XLI-B7-557-2016.
- Thiels, Cornelius A.; Aho, Johnathon; Zietlow, Scott; Jenkins, Donald (2015): Use of Unmanned Aerial Vehicles for medical product transport. In: *Air Medical Journal* 34 (2), S. 104–108.
- Turner, Darren; Lucieer, Arko; Watson, Christopher (2012): An automated technique for generating georectified mosaics from ultra-high resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, based on structure from motion (SfM) point clouds. In: *Remote Sensing* 4 (5), S. 1392–1410. DOI: 10.3390/rs4051392.
- Turner, Darren; Lucieer, Arko; de Jong, Steven (2015): Time series analysis of landslide dynamics using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). In: *Journal of Remote Sensing Vol 7* (2), S. 1736–1757. DOI: 10.3390/rs70201736.
- Villa, Tommaso; Gonzalez, Felipe; Miljievic, Branka; Ristovski, Zoran; Morawska, Lidia (2016): An overview of small unmanned aerial vehicles for air quality measurements. Present applications and future perspectives. In: *Sensors* 16 (7). DOI: 10.3390/s16071072.
- Westoby, Matthew; Brasington, James; Glasser, Neil; Hambrey, Michael; Reynolds, John (2012): ‚Structure-from-Motion‘ photogrammetry. A low-cost, effective tool for geoscience applications. In: *Geomorphology* 179, S. 300–314. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.08.021.
- Xu, Zhiqiang et al. (2014): Development of an UAS for post-earthquake disaster surveying and its application in ms7.0 Lushan earthquake, Sichuan, China. In: *Computers & Geoscience* 68, S. 22–30.



DR. SIMON SCHNEIDER

hat nach dem Diplom-Studium der Geophysik die Öffentlichkeitsarbeit eines bundesweiten Forschungsprogramms koordiniert. Seine Promotion in der Wissenschaftskommunikation befasste sich mit kulturellen und regionalen Parametern, die die Berichterstattung von Forschungsthemen in der Tagespresse beeinflussen. Er ist heute im Wissenschaftsmanagement des Forschungsschwerpunkts Erdwissenschaften der Universität Potsdam tätig.



PROF. DR. BODO BOOKHAGEN

leitet den Lehrstuhl für Geologische Fernerkundung an der Universität Potsdam und beschäftigt sich mit verschiedenen Fragestellungen der Geowissenschaften im Bereich der Punktwolken, Untersuchungen von digitalen Geländemodellen sowie der Analyse von radar, radar-interferometrischen und optischen Zeitreihen. Zuvor: zehn Jahre als Professor für Erdoberflächenprozesse und Fernerkundung an der UC Santa Barbara; Postdoc-Stationen in Santa Barbara, Berkeley und Stanford; Promotion in Geologie; Diplomstudium der Geowissenschaften.



PAUL ESCHBACH

ist Ingenieur und Wirtschaftsingenieur. Er berät Industrieunternehmen und Mittelstand zu den Themen Energie und Effizienz. In der Luftbildfotografie hat er über drei Jahrzehnte eine große Expertise entwickelt. Im UAV DACH leitet er als Referent die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit und ist seit 2016 im Verein. Eine eigene Prüfstelle für den Kenntnisnachweis bringt den fachlichen Einblick in die UAV DACH Themen.

Wie Sie für die Rubriken Forschung, Reflexionen und Aus dem Netzwerk TA Beiträge einreichen

Forschung (peer reviewed)

Hier gilt ein offener Call for Papers. Sie können Ihre Abstracts oder Manuskripte mit Bezug zum interdisziplinären Feld der Technikfolgenabschätzung jederzeit einreichen.

Reflexionen

Für diese nicht begutachtete Rubrik können Sie jederzeit Buchrezensionen, aktuelle Tagungsberichte oder andere kürzere Texte mit Bezug zum interdisziplinären Feld der Technikfolgenabschätzung einreichen.

100% open access! Alle Rubriken in TATuP sind kostenfrei als Druckexemplar zu beziehen beziehungsweise ohne Zugangsbeschränkung über die TATuP-Webseite zu lesen.

Weitere Informationen finden Sie unter www.tatup.de. Einreichungen schicken Sie bitte an redaktion@tatup.de.

Aus dem Netzwerk TA

Mit einer kostenpflichtigen Veröffentlichung in dieser Rubrik präsentieren Sie Ihre Institution dem breiten Rezipientenkreis von TATuP. Gleichzeitig geben Sie eine finanzielle wie ideelle Unterstützung an TATuP als Publikationsorgan der TA-Community. Informieren Sie Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und die interessierte Öffentlichkeit z. B. über aktuelle Forschungsprojekte, Veröffentlichungen oder Stellenanzeigen an Ihrem Institut.