



# HIGH LIGHTS

THE DEFTECH PUBLICATION  
ABOUT FORESIGHT IN DEFENCE

## URBANITÄT

Megastadt

Energie

Mobilität

Information

Kommunikation

Wirksamkeit im Einsatz

Publikation n° 001 des Jahrzehntes  
Januar - 2020

In Zusammenarbeit mit

Maison d'Ailleurs

Swissnex San Francisco

Centredoc

IABG



## Angaben zur Veröffentlichung

Kontakt	Dr. Quentin Ladetto Forschungsprogrammleiter - Technologieführerkennung Tel. +41 58 468 28 09 quentin.ladetto@armasuisse.ch  https://deftech.ch www.sicherheitsforschung.ch
Herausgeber	armasuisse, Wissenschaft und Technologie, Feuerwerkerstrasse 39, CH-3602 Thun
Redaktion	Forschungsmanagement und Operations Research, tel. +41 58 468 29 11, www.armasuisse.ch/wt Beitragende siehe unten
Gestaltung	Maison d'Ailleurs, Museum of science fiction, utopia and extraordinary journeys
Übersetzung	Versions Originales Sàrl, Neuenburg
Nachdruck	Reprinting: exclusively by permission from the editorial department © armasuisse
ISBN	978-3-9525175-1-2

## In Zusammenarbeit mit

**Maison  
d'Ailleurs**



Maison d'Ailleurs (das Haus von anderswo) wurde 1976 in Yverdon-les-Bains gegründet und ist das einzige Museum dieser Art in Europa. In seinen Sammlungen finden sich über 130 000 Gegenstände aus den Bereichen Science-Fiction, Utopie und Popkultur. Das Museum ist somit eines der wichtigsten Forschungszentren in diesem Gebiet. Jedes Jahr veranstaltet das Maison d'Ailleurs mehrere temporäre Ausstellungen mit bedeutenden Künstlern, in denen die Hauptthemen der Science-Fiction (fliegende Autos, futuristische Städte, Videospiele und Superhelden usw.) erkundet werden.

Marc Atallah - Frederic Jaccaud - Danilo Pierotti

swissnex  
san francisco



swissnex San Francisco ist Teil des weltweiten Schweizer Aussenetzes für Bildung, Forschung und Innovation. swissnex San Francisco unterstützt unsere Partner bei der internationalen Vernetzung und ihrem Engagement im globalen Austausch von Wissen, Ideen und Talenten. Das globale Netzwerk von swissnex besteht aus fünf Standorten und Aussenstellen in den innovativsten Zentren der Welt. Gemeinsam mit den rund 20 Wissenschaftsrätinnen und -räten an den Schweizer Botschaften stärken sie die Ausstrahlung der Schweiz als Innovationshotspot.

Laura Erickson - Birgit Coleman - Perrine Huber - Eryk Salvaggio

**centredoc**

CENTREDOC mit seinem leistungsstarken multidisziplinären Team bietet ein vollumfängliches Leistungsspektrum in den Bereichen Technologie-, Wettbewerbs- und Strategieüberwachung sowie für die Informationsrecherche zu Patent-, Technik und Wirtschaftsinformationen. Ausserdem berät CENTREDOC bei der Implementierung von Überwachungstools.

David Borel - Rebeca Valledor - Pascal Jauslin - Jean-Baptiste Porier - Princia Yaï - Andreana Daniil - Sébastien Grandpré

**iABG**

Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (IABG) wurde 1961 auf Initiative der Bundesrepublik Deutschland als zentrale Analyse- und Testeinrichtung für die Luftfahrt und das Verteidigungsministerium gegründet. Die IABG wurde 1993 privatisiert und ist heute ein eigentümergeführtes europäisches Technologie-Unternehmen mit den Kernkompetenzen Analyse, Simulation & Test und Anlagenbetrieb. Der Begriff „Sicherheit“ bildet dabei das thematische Dach des Portfolios: Funktionssicherheit technischer Innovationen und die Sicherheit von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft stehen bei Untersuchungen im Vordergrund. In diesem Kontext erbringt die IABG technisch-wissenschaftliche Dienstleistungen für private und öffentliche Kunden.

Philipp Klüfers - Pascal van Overloop - Felix Gläser - Antonia Schlude - Sebastian Bech

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b>	<b>p. 02</b>
<b>Megastadt</b>	<b>p. 04</b>
Science-Fiction	p. 05
Militärische Implikationen	p. 07
<b>Energie</b>	<b>p. 11</b>
Science-Fiction	p. 12
Zukunftstrends	p. 15
Bedeutung für die Schweiz	p. 21
Militärische Implikationen	p. 26
<b>Mobilität</b>	<b>p. 30</b>
Science-Fiction	p. 31
Zukunftstrends	p. 33
Bedeutung für die Schweiz	p. 39
Militärische Implikationen	p. 44
<b>Information</b>	<b>p. 48</b>
Science-Fiction	p. 49
Zukunftstrends	p. 52
Bedeutung für die Schweiz	p. 60
Militärische Implikationen	p. 65
<b>Kommunikation</b>	<b>p. 69</b>
Science-Fiction	p. 70
Zukunftstrends	p. 72
Bedeutung für die Schweiz	p. 79
Militärische Implikationen	p. 84
<b>Wirksamkeit im Einsatz</b>	<b>p. 88</b>
Science-Fiction	p. 89
Zukunftstrends	p. 91
Militärische Implikationen	p. 99

# Einführung

Liebe Leserinnen und Leser

Unsere heutige Welt verändert sich schnell. Noch nie in der menschlichen Geschichte brachte die Technik solche bedeutenden soziale und wirtschaftliche Änderungen in solch kurzer Zeit. Die Demokratisierung des Zugangs zu einigen Technologien, die zuvor mehr oder weniger exklusiv staatlichen Akteuren vorbehalten waren, ermöglichen Konfliktformen, die bis anhin unbekannt oder sogar unvorstellbar waren. Die für die nationale Sicherheit verantwortlichen Stellen haben deshalb für die Vorwegnahme der Chancen und Gefahren für Zivilisten und Militär ein strategisches Interesse an der Beobachtung der technologischen und disruptiven Trends. armasuisse Wissenschaft und Technologie (W+T) ist für die Koordination der für die Entwicklung des wissenschaftlichen und technischen Know-hows notwendigen Forschung verantwortlich, mit der sich die Schweiz zukünftigen Gefahren stellen kann.

Obwohl die digitale Revolution auf der zivilen Seite in vollem Gang ist, steckt sie in Bezug auf die Streitkräfte noch immer in den Kinderschuhen. Die Komplexität dieses Wandels kann nur mit einem inter- und transdisziplinären Ansatz verstanden werden, bei dem Fachpersonen von verschiedenen Ebenen und Bereichen ein Thema angehen und versuchen, es aus verschiedenen Blickwinkeln zu beleuchten.

Ein besseres Verständnis dessen, was in der zivilen und industriellen Welt vorgeht, ist folglich von grösster Bedeutung für die Vorwegnahme, Anpassung und schlussendlich für die Innovation, mit der diese neuen Technologien, Produkte und Prozesse an unsere Schweizer Besonderheiten angepasst werden können.

Diese Publikation soll ein weiterer Schritt in diese Richtung sein.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen beim Lesen der folgenden Artikel.



Dr. Thomas Rothacher  
Leiter  
armasuisse Wissenschaft und Technologie



Dr. Hansruedi Bircher  
Forschungsleiter  
armasuisse Wissenschaft und Technologie

# Einführung

Liebe Leserinnen und Leser

Diese wie wir hoffen sowohl inhaltlich als auch strukturell innovative Publikation findet ihren Ursprung in der zunehmenden Tendenz, im militärischen Kontext zivile Technologien zu verwenden (sogenannte Dual-Use-Technologien). Auch wenn die militärische Forschung in einigen spezifischen Bereichen immer noch führend ist, müssen wir zugeben, dass für alle Aufgaben (oder Fähigkeiten), für die ein ziviler Anreiz zur Innovation besteht – Logistik, Mobilität, Materialien, Telekommunikation usw. – der Fortschritt und die Einführung dieser Änderungen normalerweise rascher und in grösserem Umfang geschehen als innerhalb der Streitkräfte. Die Anforderungen unterscheiden sich natürlich oft, aber die Anpassung und Erhöhung der Widerstandsfähigkeit könnten sich nach wie vor als rascherer Weg zur Einführung erweisen als eine vollständige Neuentwicklung.

Ein Vorfall in der Schweiz würde angesichts der Struktur des Landes in urbanen und stadtnahen Gebieten geschehen und dort grosse Auswirkungen haben. Es ist deshalb wichtig, vorwegzunehmen, wie diese Gegenden aussehen könnten und zu verstehen, welche Technologien zu Änderungen führen könnten, um sicherzustellen, dass unsere Systeme und Militärdoktrin nicht obsolet werden.

Beruhend auf dieser – selbstredend anfechtbaren – Überzeugung behandeln wir die wichtigsten militärischen Fähigkeiten in Kapiteln, die in Unterkapitel aufgeteilt danach streben, folgende Fragen zu beantworten:

1. Was könnte aus dem Blickwinkel der Science-Fiction die Zukunft dieser Fähigkeit sein?
2. Wie sieht die Innovationslandschaft in Bezug auf diese Argumentation aus?
3. Was geschieht in der Schweiz zu diesem Thema?
4. Welche Auswirkungen hat dies auf die Streitkräfte?

Diese vier Schritte führen logischerweise zu einer fünften Frage: Was bedeutet dieses Thema für die Schweizer Armee? Dieser letzte Schritt wird in dieser Publikation nicht weiterverfolgt. Er wird jedoch als Folge dieser Publikation mit den entsprechenden Einheiten diskutiert und geprüft. Der Hauptzweck hier besteht in der Vorbereitung des Bodens für die Führung dieser Debatte. Dies ist eine der Aufgaben des Forschungsprogramms Technologiefrüherkennung von armasuisse Wissenschaft und Technologie.

Wie immer begrüßen wir alle Inputs, Kommentare und Vorschläge für die Verbesserung des Wissenstransfers, der Früherkennung und der Verbreitung solcher Konzepte, welche die Sicherheitslandschaft unseres Landes in naher oder ferner Zukunft beeinflussen und verändern können (oder nicht).

In der Zwischenzeit wünsche ich Ihnen eine spannende und inspirierende Lektüre.

Mit freundlichen Grüssen



Dr. Quentin Ladetto  
Forschungsprogrammleiter - Technologiefrüherkennung  
armasuisse Wissenschaft und Technologie

# URBANITÄT

## Megastadt

### Urbaner Raum

Als mögliches Schlachtfeld weist das urbane Gebiet zahlreiche Herausforderungen auf. Breite oder schmale Strassen, unmittelbare Nähe von Zivilisten, massive Präsenz des IoT (Internet der Dinge, z. B. Sensoren, Kameras usw.), Vertikalität der Bauten von unterirdischen Tunnels bis zu mehrstöckigen Gebäuden – die Chancen und Schwierigkeiten der Verstecke und die Komplexität der Verteidigung sind offensichtlich. Die Verwundbarkeit der Transport-, Strom- und Kommunikationsinfrastrukturen machen Städte zu einem sicheren Ziel für neue unkonventionelle digitale und physische Bedrohungen. Eignen sich die heutigen Militärsysteme und -doktrinen für die Optimierung des Einsatzes in einer solchen Umgebung?

## Die gigantischen Science-Fiction-Städte

### Präambel

Die zaghaft Ende 19. Jahrhundert aufgetauchte, zutiefst von der zweiten industriellen Revolution und der massiven Verstädterung des Abendlandes beeinflusste Science-Fiction-Literatur ist eine Erzähltechnik – das heisst, eine spezifische Art der Geschichtenerzählung – welche die von den Figuren angetroffenen Probleme in einer in der Regel futuristischen Welt erzählt, die immer ein wenig unserer gleicht, sich aber dadurch von ihr unterscheidet, dass sie um spekulative Motive aufgebaut ist, die ausgehend vom aktuellen Stand der Wissenschaft und Technologie abstrahiert wurden (der Klimawandel kann so ausgehend von einer Spekulation zu einer Erzählung führen, die fiktiv eine von einer Naturkatastrophe zerstörte Welt ersinnt). Deshalb ist das grundlegende Merkmal der Science Fiction die Inszenierung von gigantischen Städten oder Stadtplaneten, von neuen Energieformen oder Welten, die ihrer komplett entbehren, von faszinierenden fliegenden Autos oder Raumschiffen mit Hyperantrieb, von psychotischen Supercomputern oder perfektionierten Überwachungstechnologien, von melancholischen Robotern oder kriegerischen Ausserirdischen ... All diese Motive, deren Liste in Anbetracht der Kreativität der bestehenden Erzählungen noch lange weitergeführt werden könnte, dürfen jedoch nicht – wie dies in der Vergangenheit zu oft geschah – wörtlich verstanden werden, das heisst, als das, was sie buchstäblich heraufbeschwören (ein Roboter ist eigentlich keine Maschine), sondern im Gegenteil als mehr oder weniger originelle Metaphern, das heisst Bilder, die ermöglichen, den Menschen und die Welt auf eine andere Art und Weise zu schildern.



Um genau zu verstehen, was der Begriff «Metapher» abdeckt, erinnern wir daran, dass wir den Menschen und die Welt immer als Konzept denken. Diese Konzepte wurden aber von der zweiten industriellen Revolution grundlegend verändert, die vor über hundertfünfzig Jahren begann und deren rhizomatische Verästelungen wir noch heute spüren. In der Folge, und da unsere Konzepte gründlich durchgeschüttelt wurden, ist es nicht mehr möglich, sich selber – sowie unsere Welt – in einer Weise zu betrachten, als wären Wissenschaft und Technologie nur oberflächliche Dimensionen unserer Realität: im Gegenteil, denn es ist das Wesen der menschlichen Existenz, das von diesen jüngsten Umwälzungen in Mitleidenschaft gezogen wurde. So muss sich der Mensch heute auf eine andere Art schildern, um sich und die Welt, in der er lebt, zu verstehen; und sich auf eine andere Art schildern bedeutet, für die eigene Schilderung über eine andere Sprache zu verfügen. Eine Sprache, die mit den Zeichen, aus denen sie besteht, das behandeln kann, was wir geworden sind. Ohne hier die gesamte Theorie der Metapher neu aufzuwickeln, werde ich mich auf das eigenständige Denken von Melina Marchetti stützen, das sie in einer laufenden Abschlussarbeit an der Universität Lausanne entwickelt: die Metapher besteht per Definition aus einer semantischen Dissonanz, das heisst der Korrelation eines Subjekts und eines Prädikats, die a priori nicht zusammengehören. Die Metapher ist folglich laut Marchetti ein – vor allem textuelles – Phänomen, das unsere Konzepte ins Wanken bringt, um neue zu schaffen (die semantische Dissonanz ist eine semantische Innovation) und – da diese Konzepte jene sind, mit denen wir uns und die Welt betrachten, – eine Wirklichkeit zu schaffen, also das Sein auf eine andere Weise zu enthüllen. Das ist genau das, was die (ehrgeizige) Science Fiction macht, vorausgesetzt, man kann die Metaphern entschlüsseln: sie ist eine andere Schilderung seiner selbst, die Sprache unserer Zeit, die durch das Schaffen von Bildern versucht, auf eine andere Art zu schildern, was wir und die Welt am werden sind. Eine Sprache also, die den Körper der Wirklichkeit kreierte, indem sie ihr einen Namen gibt, ihren Geschmack beschreibt und ihren Duft erzählt; kurz die Sprache unserer Zeit, unserer Welt, unseres Daseins. Versuchen wir also, mit einigen berühmten Beispielen und Spekulationen zu verstehen, wie die Science Fiction unsere Welt in Metaphern verpackt und was sie uns über unsere Welt – über unsere Menschheit, denn wir sind es, die in dieser Welt leben – sagt, wenn die Metapher entschlüsselt ist.

### Die riesigen Städte

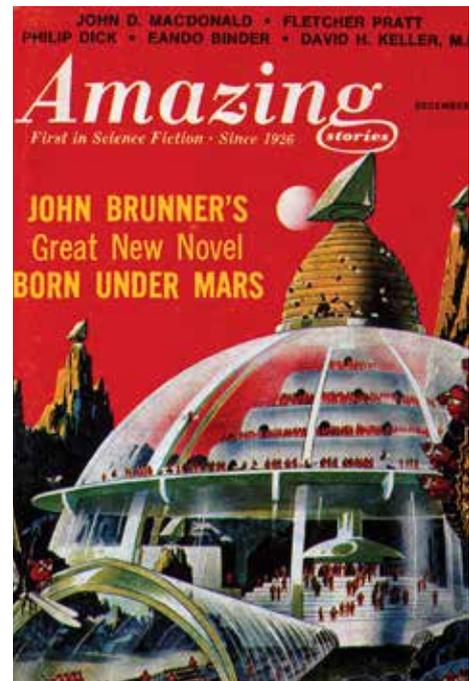
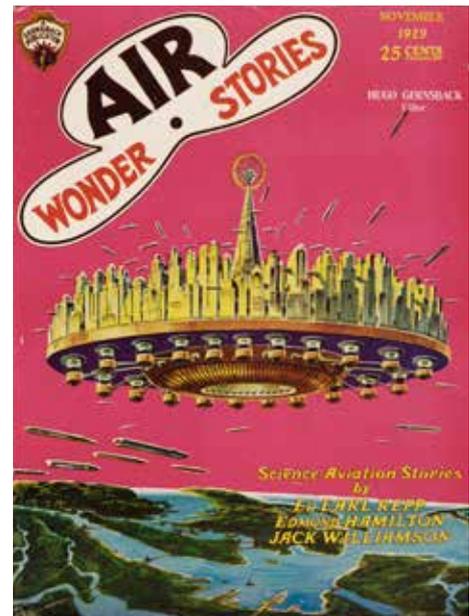
Als würdige Nachfolgerin der utopischen Tradition schafft die Science Fiction seit ihren ersten Anfängen Städte – die manchmal ganze Planeten abdecken: man denke an den Stadtplaneten Coruscant im Universum von Star Wars (George Lucas, 1977–2005) oder an Trantor, der Ecumenopolis mit vierzig Milliarden Einwohnern und Hauptwelt des Foundation-Zyklus (Isaac Asimov, 1951–1953) – deren Grösse, um die laufende Industrialisierung besser zu versinnbildlichen, hyperbolisch ausgedehnt wird. Anders ausgedrückt: die Städte wurden nicht so gigantisch wie im Film Metropolis (Fritz Lang, 1927) oder im Cyberpunk-Roman Neuromancer (William Gibson, 1984), um eindeutig zu zeigen, dass unsere Zukunft das Erscheinen solcher Megastädte sehen wird, obwohl unsere Gesellschaften

verwunderlicherweise entschieden haben, in Richtung einer solchen Raumordnung zu gehen, sondern um implizit auszudrücken, dass der räumliche Riesenwuchs metaphorisch die Nutzung dieses Raums darstellt: die Universumstadt des Films *Dark City* (Alex Proyas, 1998) ist eine geschlossene Welt, deren Topografie sich ständig neu erfindet, sich endlos selber erschafft.

Man findet in den Riesenstädten der Science Fiction die ontologische Intuition des deutschen Philosophen Martin Heidegger wieder, der in *Die Frage nach der Technik* (1954) aufzeigt, dass das Wesen der Technik im industriellen Zeitalter eine neue Beziehung des Menschen mit der Natur ausdrückt, das er «Gestell» nennt: an die Natur wird nämlich heute «das Ansinnen [ge]stellt, Energie zu liefern, die als solche herausgefördert und gespeichert werden kann», das heisst, dass der Mensch die Natur zwingt, als Energiespeicher betrachtet zu werden, den er unentwegt nutzt. Die Monsterstädte der Science Fiction sind in diesem Sinn Metaphern für das Gestell: es gibt keine Natur, keine Bestände mehr, die genutzt werden können, keine zu gewinnende Energie mehr – oder, vielmehr, stellt die Science-Fiction-Stadt die asymptotische Richtung des Bestellens dar, das heisst des Verschwindens der Natur zugunsten eines rein technischen Dispositivs. Die Riesenstadt ist Energie: die Riesenstadt ist die Metapher des Gestells, das Bild, das durch semantische Innovation das Wesen der modernen Technik ausdrückt. Aber Heidegger geht weiter und führt aus, dass der Mensch, durch den das Bestellen der Natur ermöglicht wird, für das Bestellen der Natur bereits bestellt sein muss. Die Metapher der Megastadt wird folglich mit einer zweiten Metapher verdoppelt: die Megastadt stellt die Natur dar, der alle Energie entzogen wurde (die Natur ist folglich verschwunden), aber auch den Menschen, der als «natürliche Ressource» betrachtet wird, dem alle Energie entzogen wurde (der Mensch verschwindet hinter dem Riesenwuchs der Stadt). Dies zeigt der Film *Matrix* der Gebrüder Wachowski (1999) auf wunderbare Weise und zwar indem das Motiv der planetarischen Maschinenstadt auf das des Menschen gelegt wird, der zur reinen Energiequelle geworden ist, die diese Maschinenstadt nährt.

### Schlussbetrachtungen

In der Science Fiction als ästhetische Praxis, die für die Schilderung der neuen Weltordnung eine neue Sprache schafft, darf der Bau von riesigen Städten nicht fehlen, der das von Martin Heidegger konzeptuell wunderbar beschriebene Bestellen versinnbildlicht. Der Mensch ist wie die Natur zur Ressource geworden, aus der alle Energie gewonnen werden muss – eine Ressource, die schlussendlich verschwinden wird, wenn ihr alle Energie entzogen wurde. Die Megastadt ist so die Metapher der Kraftlinien, die unsere Beziehung zur Welt und uns selber mitteilen; ihre Wiedergabe in fiktiven Erzählungen ist nicht in erster Linie eine Zukunftsforschung, sondern die – für einige Leute bittere – Feststellung einer neuen Weltordnung, deren Unvermeidbarkeit in Frage gestellt werden muss und für deren Beschreibung eine neue Sprache notwendig ist. Die Science-Fiction-Sprache und das Motiv der Riesenstadt ermöglichen so, unseren Alltag auf eine andere Art zu betrachten – unsere Beziehung zur Welt und zu uns selber müssen durch das Prisma des Gestells betrachtet werden. Dies gilt nicht nur für den Alltag, sondern auch für zahlreiche andere Themen wie die Energie, die Mobilität, die Berichterstattung, die Kommunikation und «Schutz-Sicherheit». Ich werde diese Überlegungen im Lauf der nächsten Monate weiterführen und hoffe, dass sie Sie von der Notwendigkeit überzeugen werden, sich mit der Science Fiction zu beschäftigen, um die Veränderungen, die unsere menschliche Existenz und die Welt, in der wir leben, seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erfahren musste, mit der zweckmässigen Sprache zu betrachten und so zu versuchen, die Umriss unserer möglichen Zukunft vorzusehen.



# Megastädte

## Einführung

In den Kriegen der Zukunft werden die Megastädte im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen. Die Bombardierungen von Hiroshima und Nagasaki gehören mit über 100 000 Toten unmittelbar nach dem Angriff und vielen mehr in der Folge zu den unvergessenen Geschehnissen des zweiten Weltkrieges. Wenn man bedenkt, dass die beiden Städte zusammen eine Bevölkerung von ungefähr 500 000 Personen zählten, ist der Anteil der tödlich verletzten Einwohnerinnen und Einwohner frappierend und dies zeigt, dass Megastädte die Achillesferse eines Landes sind. Verglichen mit der Grösse der heutigen Städte waren Hiroshima und Nagasaki kleine Dörfer. Es gibt derzeit 33 Megastädte und bis 2030 wird es sechs weitere geben<sup>1</sup>. Zu dieser Kategorie gehören Städte mit einer Bevölkerung von über 10 Millionen. Während die aktuelle Bedrohung durch eine Atombombe vernachlässigbar ist, sind und bleiben Megastädte im Fokus von Terrorgruppen, organisiertem Verbrechen und allen möglichen Feinden mit dem politischen Ziel, einen Staat zu schwächen.



**Megastadt:** Urban environments with more than 10 million inhabitants challenge conventional energy supply  
Source: IABG

Die urbane Kriegführung entwickelt sich in eine neue militärische Aufgabenstellung, die besondere Fähigkeiten erfordert. Für reguläre Streitkräfte ist der Kampf in Megastädten nicht nur personenintensiv – auch technische Vorteile gegenüber asymmetrischen Akteuren sind weniger bedeutend. Wie wir wissen birgt die urbane Kriegführung ein grosses Zerstörungspotenzial für wichtige Infrastrukturen sowie hohe zivile Opferzahlen.

## HERAUSFORDERUNGEN DER ZUKÜNFTIGEN SICHERHEITSUMGEBUNG

### Megastädte als zukünftige kriegsschauplätze

Aufgrund der sich abzeichnenden Verstädterungsprozesse werden Städte und Megastädte wieder in den Fokus von militärischen Operationen kommen. Jüngste Veröffentlichungen der US-Armee und anderen NATO-Staaten zeigen auf, wie wichtig die Vorbereitung auf die urbane Kriegführung ist<sup>2</sup>. Auf diesen zukünftigen Kriegsschauplätzen können potenzielle feindselige Akteure mehrere Mittel der asymmetrischen Kriegführung effizienter einsetzen. Speziell die Unterscheidung zwischen Kämpfern und Nichtkämpfern wird anspruchsvoller – wie auch der Umgang mit der zivilen Stadtbevölkerung.

Mit der steigenden Urbanisierungsrate müssen sich staatliche Akteure mit einem wachsenden inländischen Konfliktpotenzial auseinandersetzen, weil aufgrund eines Stadt-Land- oder Zentrum-Vorort-Grabens soziale und wirtschaftliche Differenzen freigesetzt werden können. Gleichzeitig bergen ethnische Spaltungen Konfliktpotenzial für soziale Unruhen. Organisierte Verbrecherbanden oder Akteure mit politischen Abhängigkeiten von feindseligen Staaten unterstützen «parallele» Strukturen, die zu Unsicherheit und zu meidenden Gebieten führen. Die Folge davon sind «gescheiterte Städte» und «Riesenghettos» ohne innerstaatliche Kontrolle.

Die Kombination von internen und externen Bedrohungen stellt das Militär im Besonderen und den Staat als Ganzes vor eine komplexe Herausforderung. Der nachrichtendienstliche Austausch, die Zusammenarbeit von staatlichen Einrichtungen und ein ganzheitlicher Ansatz der urbanen Kriegführung werden der Schlüssel für die Lösung dieser vielseitigen Herausforderungen aufgrund der entstehenden Megastädte sein.

### Anfälligkeit und verwundbarkeit der Megastädte

Städte und Megastädte können als komplexe lebende Organismen verstanden werden. Zahlreiche wissenschaftliche Studien vergleichen sie mit einem Organismus mit einem biologischen Stoffwechsel, der einen Input (z. B. Sonnenlicht, Nahrung, Wasser und Luft) in Energie und Nebenprodukte (z. B. Abfall) verwandelt, und sprechen von einem «urbanen Metabolismus», da diese Gebiete tägliche Inputs von sauberer Luft, Wasser, Nahrung und Ressourcen benötigen, um die Menschen, Infrastrukturen und das Gelände zu stärken. Versteht man Megastädte und Städte als

Organismus, werden sie in erster Linie durch ihre vitalen Komponenten Bevölkerung, Grösse und soziale Organisation gekennzeichnet. Der urbane Raum stirbt, wenn seine vitalen Komponenten dauerhaft beschädigt oder zerstört werden. Werden die wichtigen Inputs, die die vitalen Komponenten beliefern und die Stadt funktionieren lassen, radikal verändert oder entfernt, verschwindet die Bevölkerung langsam und die Stadt stirbt. Aus diesem Grund hängt der urbane Raum und speziell die Megastadt extrem von ihrer kritischen Infrastruktur und der externen Versorgung ab, was sie zu einem wertvollen Ziel für feindselige Akteure macht. Nur schon durch die Beschädigung ihrer baulichen Struktur kann eine Stadt schwer verwundet werden, auch wenn die Bevölkerung überlebt. In der urbanen Kriegsführung muss eine Megastadt nicht vollständig zerstört werden, um den Vorteil auf dem Schlachtfeld zu verschieben. Für den Erfolg kann es ausreichen, [wenn eine der Schwächen der Stadt ausgenutzt wird](#)<sup>3</sup>.

Die Geschichte zeigt, dass Naturkatastrophen verheerende Folgen auf das Leben einer Stadt haben, die von massiven humanitären Auswirkungen gefolgt werden. Pompeji bleibt das beste Beispiel der Geschichte und heute werden besonders asiatische Megastädte als gleich gefährdet angesehen.

Aufgrund der potenziell hohen Opferzahl und des Kollateralschadens bevorzugen asymmetrische Akteure dicht besiedelte Städte. Verschiedene feindselige Akteure haben unterschiedliche Hemmschwellen für die Anvisierung von Städten oder urbanen Räumen und definieren die ethische Dimension der urbanen Kriegsführung. Hinzu kommt der Medienrummel in Bezug auf «urbane Katastrophen», der den öffentlichen und politischen Druck für den Eingriff der Streitkräfte erhöht.

### Stadtbevölkerung und zivile Lage

Konzentriert man sich auf die Herausforderungen der zukünftigen Sicherheitsumgebung in Städten und Megastädten ist die zivile Lage von besonderer Bedeutung. Die Vielfalt der Bevölkerung wird zu einem anspruchsvollen Faktor in Bezug auf die Wahrung des sozialen Friedens. Bestehende Spaltungen und soziale Unterschiede können von verschiedenen feindseligen Akteuren genutzt werden, um ein stabiles und friedliches Neben- und Miteinander zu gefährden. Krawalle und soziale Unruhen haben in einem dicht besiedelten Stadtviertel grössere Auswirkungen als in eher ländlichen Gebieten. Ein randalierender Menschaufmarsch in einer dicht besiedelten Umgebung kann andauernde soziale Unruhen und einen gewissen Schneeballeffekt auslösen. Wie die Proteste von 2019 in Hongkong zeigen, waren die Behörden während Monaten nicht in der Lage, die Lage zu beruhigen und die Zusammenstösse zwischen Polizei und Aktivisten wurden immer gewalttätiger. Die Polizei feuerte mit scharfer Munition und die Demonstranten griffen Polizisten mit Benzinbomben an. Die Möglichkeit einer militärischen Intervention darf nicht vernachlässigt werden.

## AUSWIRKUNGEN AUF DAS MILITÄR

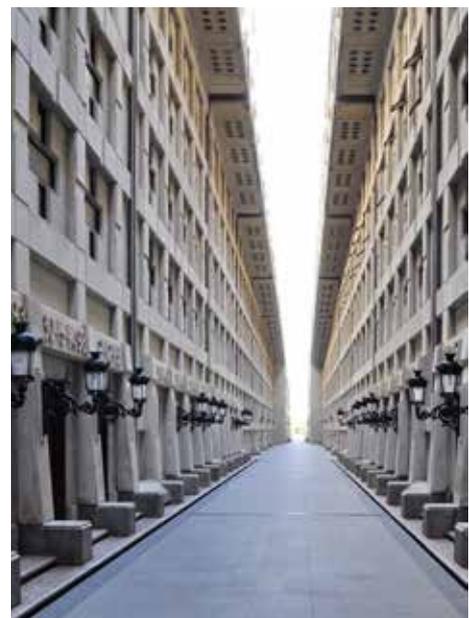
### Konzept für urbane operationen

Im letzten Jahrzehnt erneuerten unter anderem die NATO und die meisten westlichen Ländern etliche Konzepte für urbane Operationen. Diese Weiterentwicklung der operativen und taktischen Denkweise war zu einem grossen Teil eine Folge der neuen Technologien im zivilen Sektor, die von nichtstaatlichen militärischen Akteuren als Standardprodukte verwendet werden. Die Reaktion der nationalen Streitkräfte auf diese Bedrohungen im urbanen Sektor konzentriert sich auf massgeschneiderte Hightech-Lösungen und die umfassende Integration von modernsten Technologien. Moderne Konzepte für urbane Operationen sind folglich vielschichtig und sehr komplex, verweisen aber gleichwohl auf einen gleichen Nenner:

- Entwicklung von Fähigkeiten für den Kampf auf mehrdimensionalen urbanen Schlachtfeldern
- Kommandoposten für die urbane Kriegsführung
- gemeinsames Konzept für die Taktik, Technik und Verfahren in urbanen Operationen
- Integration von technischen Erfindungen (Robotik, KI) in den urbanen Raum
- Koordination und Zusammenarbeit mit Nichtregierungsorganisationen, Regierungsorganisationen und urbanen Akteuren
- Kombination von tödlichen und nichttödlichen Waffen

### Analysekompetenz und zielunterscheidung

Der Erfolg eines Militäreinsatzes hängt nicht einzig von einem Sieg auf dem Schlachtfeld ab: Die Wahrnehmung einer Operation ist ausschlaggebend. Die Berichterstattung über den Einsatz und die kinetischen Auswirkungen von Militäraktionen müssen aufeinander ausgerichtet sein. Die Toleranz der westlichen Gesellschaften für zivile Opfer ist am Schwinden und Fehler von Soldaten erreichen über die sozialen Medien ein grosses Publikum. Aufgrund der grossen Wahrscheinlichkeit des zivilen Kontakts in dichtbesiedelten Gebieten müssen beson-



Urban living: Frictions can lead to social unrest with unintended consequences  
Source: IABG

dere Vorkehrungen getroffen werden, um unbeabsichtigte Schäden zu vermeiden. Das Stichwort für die Vermeidung von zivilen Opfern ist Zielunterscheidung. Die lokale Analysekompetenz von regulären Streitkräften ist eine unverzichtbare Fertigkeit für zukünftige urbane Operationen, insbesondere wenn Zivilisten von Terrororganisationen als Schutzschild benutzt werden.

Die Soldaten der Zukunft müssen sich bewusst sein, dass jede Handlung auf dem Schlachtfeld einen direkten Einfluss auf die Berichterstattung haben kann. Deshalb muss bei der strategischen, operativen und taktischen Planung von urbanen Operationen ein spezieller Fokus auf der zivilen Situation einer Stadt liegen. Dazu benötigt die militärische Führung nicht nur verarbeitete Informationen zur militärischen Lage und zur Infrastruktur, sondern auch zum politischen, wirtschaftlichen und sozialen Umfeld. Bestehende Analyserahmen müssen für zivile Abwägungen angepasst und auf allen Ebenen umgesetzt werden. Diese Analyserahmen sind von besonderer Bedeutung für das Verständnis einer Stadt nicht nur als Einheit, sondern auch als komplexes System mit allen entsprechenden Auswirkungen auf die [urbane Kriegführung](#)<sup>4</sup>. Wie jedes Schlachtfeld anders ist, ist auch keine Stadt gleich. Deshalb ist für Operationen in urbanem Gelände zwingend eine sachdienliche Aufklärung notwendig, um die Planung und Durchführung des Einsatzes bei der Priorisierung der Operationsziele gemäss Analyserahmen zu unterstützen. Abgesehen von der gemeinsamen Durchführung von urbanen Operationen auf taktischer Ebene muss dieser Analyseprozess ab der operativen Ebene angewendet werden. Des Weiteren muss die Präzision von tödlichen und nichttödlichen Waffen erhöht werden, damit die Streitkräfte im urbanen Gelände agieren können. Die Entwicklung von zukünftigen Waffenfähigkeiten für die Zielunterscheidung wird von besonderer Wichtigkeit sein.

**Schlachtfeld stadt**

Anders als konventionelle Schlachtfelder im offenen Gelände sind urbane Schlachtfelder mehrdimensional. Die Kämpfe können in der Höhe (auf Dächern, Türmen), in Bodennähe (Strassen, Autobahnen, Wasseroberflächen) und im Untergrund (U-Bahn, Tunnel, Kanäle, Keller) stattfinden. Lokale feindselige Akteure haben deshalb den Vorteil, dass sie Insiderwissen besitzen, das den konventionellen Truppen fehlt. Ein weiterer Nachteil für konventionelle Truppen ist die Geschwindigkeit, mit der sie sich in der Stadt bewegen und kämpfen: Das urbane Schlachtfeld bietet asymmetrischen Kräften zahlreiche Möglichkeiten für Hit and Runs oder Nahkampftaktiken. Zusammenfassend benötigen Streitkräfte entweder eine grosse Streitkraft, um die Kontrolle über eine Stadt zurückzuerobern, oder aber sehr spezialisierte Truppen, die in urbaner Kriegführung geübt sind. Beide Lösungen sind kostspielig.

**SCHLUSSFOLGERUNG**

Mit dem nicht aufzuhaltenden Verstärkerprozess werden Städte und Megastädte zu den Kriegsschauplätzen der Zukunft. Ihre Anfälligkeit und Verwundbarkeit in Verbindung mit den Begleiterscheinungen des Informationsbereichs macht sie zu wertvollen Zielen für potenzielle feindselige Akteure, deren Ziel darin besteht, die «Stadt zu töten», indem sie die bauliche Struktur oder die städtische Bevölkerung anvisieren. Um zukünftige Bedrohungen zu parieren, ist ein konsequentes Konzept für die urbane Kriegführung notwendig. Die Berichterstattung und die militärische Aktion müssen für eine ganzheitliche Wirkung eng koordiniert werden. Kinetische Auswirkungen müssen immer vor dem Hintergrund der Berichterstattung verstanden werden. Die Entwicklung von zukünftigen Fähigkeiten ist namentlich für die Analysekompetenz und die Zielunterscheidung von grosser Bedeutung. Während die urbane Bevölkerung weltweit weiter wächst wird die Zukunft der globalen Sicherheit schlussendlich davon bestimmt, was in den Städten passiert.

**SWOT-ANALYSE für schweizer militärplaner**

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fortschrittliche zivile und lokale Infrastruktur</li> <li>• Notfallpläne und Operationsroutine vorhanden</li> <li>• Spezialeinheiten vorhanden</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfälligkeit und Verwundbarkeit (Infrastruktur, Bevölkerung usw.)</li> <li>• Potenzial von hohen Opferzahlen</li> <li>• Zielunterscheidung</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenspiel mit NGOs und Akteuren vor Ort</li> <li>• professionelles Training der regulären Streitkräfte in urbaner Kriegführung</li> <li>• grössere Auswirkung der Berichterstattung in dicht besiedelten Gebieten</li> </ul>	<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyberangriffe</li> <li>• asymmetrische feindselige Akteure</li> <li>• Massenkundgebungen</li> <li>• Terror- und Verbrechergruppen</li> <li>• Naturkatastrophen</li> </ul>

Auf der nächsten Seite finden Sie die Liste der enthaltenen Links >>

### Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. Vereinte Nationen (2018): The World's Cities in 2018, S. 5.
2. Margarita KONAEV, The Future of Urban Warfare in the Age of Megacities. Focus stratégique, No. 88, März 2019.
3. John Spencer, The destructive age of urban warfare; or, how to kill a city and how to protect it, 28. März 2019, Online: <https://mwi.usma.edu/destructive-age-urban-warfare-kill-city-protect/>, (Zugriff am 16.10.19)
4. John Spencer, The destructive age of urban warfare; or, how to kill a city and how to protect it, 28. März 2019, Online: <https://mwi.usma.edu/destructive-age-urban-warfare-kill-city-protect/>, (Zugriff am 16.10.19)

# URBANITÄT

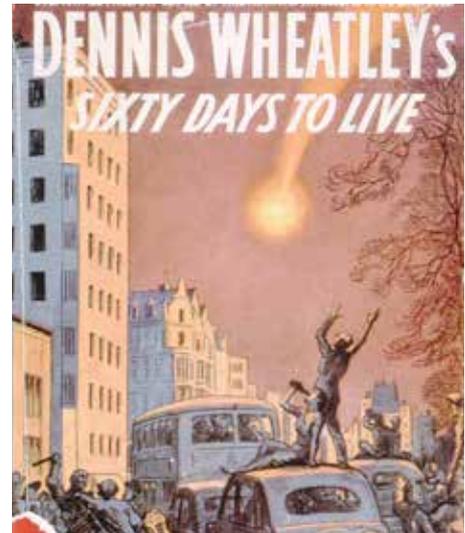
## Energie

In der Science-Fiction ist Energie oft in Hülle und Fülle vorhanden, ohne dass klar ist, wie sie erzeugt wird! Die Digitalisierung stützt sich auf die Annahme, dass Verarbeitung, Computing, Analyse sowie die Verwendung von Sensoren, Prozessoren und Maschinen (oder Systemen) im Allgemeinen sichergestellt ist. Alles baut in der einen oder anderen Form auf den ständigen Zugriff auf verschiedene Energieformen, ob statisch oder in Bewegung, auf. Die Lösung für das Wechselspiel von Angebot und Nachfrage könnte aus energiesparenderen Elektronikbauteilen und Produkten bestehen, zusammen mit einer Änderung der Gewohnheiten und des Lifestyles und einer optimierten Energieproduktion. Der Startschuss für dieses politisch, gesellschaftlich und ökologisch sensible Thema ist gefallen.

## Ver- und aufbrauchen!

### Ökofiktion und Postapokalypse

Die Science-Fiction ist nicht nur eine neue Sprache für die Schilderung der neuen Weltordnung, sondern auch eine ästhetische Praxis, die – über die Erzählung und die Bildung von originellen Metaphern – unsere Utopien hinterfragt, sprich den ideologischen Sockel, der unserm Verhalten und unseren Institutionen Sinn gibt. Aus diesem Grund bringt uns die Konsumgesellschaft dazu mitzumachen, trotz der zahlreichen, an ihre Adresse gerichteten Kritik: das konsumorientierte Handeln ist nicht in erster Linie eine Pathologie des Westens, sondern die Handlung, mit der wir die persönliche Selbstverwirklichung erreichen. Diese Wahl der Gesellschaft – die Warnungen der Gelehrten zeugen seit Ende des 19. Jahrhunderts von dieser Bewusstmachung – hat nun aber zur Folge, dass die natürlichen Ressourcen aufgebraucht und die Ökosysteme aufgrund eines wachsenden Energiebedarfs gestört werden: die konsumorientierte Utopie scheint also unbeirrbar in die Katastrophe zu führen. Eben diese Identität {(konsumorientierte) Utopie = Katastrophe} steht ab den 1970er-Jahren im Zentrum von einigen Science-Fiction-Erzählungen, in denen sich ihre Autoren die Umweltschutzaspekte aneignen und als Leinwand für ihre Romane benutzen, um die uns zerstörenden utopischen Träume metaphorisch aufzuzeigen: die Welt ist verwüstet, die Energie verschwindet und die überlebenden Menschen versuchen – mit mehr oder weniger Glück – eine lebensfähige Gesellschaft aufzubauen und meistens im Gleichgewicht mit der Natur zu leben. Mit anderen Worten bringen die Erzählungen der Science-Fiction, genannt «Ökofiktion» oder, in ihrer extremeren Form, «postapokalyptische Erzählung», die Katastrophe in die Gegenwart, nicht um unsere ökologischen Anliegen als solche anzusprechen, sondern die Katastrophe, die für alle kommenden Katastrophen verantwortlich sein wird: unsere Utopien, insbesondere, aber nicht nur, das Konsumverhalten. Man sieht hier den metaphorischen Akt in seinem ganzen Glanz erscheinen: die Umweltkatastrophen oder die Energieknappheit sind die Bilder dieser bereits aktiven Katastrophe der konsumorientierten Utopie. Dies ist im Roman *Ökotopia* (Ernest Callenbach, 1975), in den Comics des Verlegers Marvel *Guardians of the Galaxy* (Steve Gerber, Sal Buscema und Al Milgrom, 1969–1977) oder im Spielfilm *Soylent Green* (Richard Fleischer, 1973) wahrnehmbar, die alle drei die Verschmutzung, die Aerosole oder das Verbrauchsverhalten eines unter die Räder kommenden Westens betrachten – wie in einem verzerrten Spiegelbild und auf verschiedenen Ebenen. Sie integrieren diese Problematiken in ihre Handlungen, um daran zu erinnern – das Ende von *Soylent Green* lässt keinen Zweifel darüber – dass die Industriegesellschaft aus einer Wirtschaftsform hervorgeht, deren axiomatisch-axiologischer Sockel zwangsläufig dazu führt, dass die Welt und der Mensch als zu konsumierende Ressourcen für das Glückseligsein betrachtet werden. Im Gegensatz zur Fiktion, die den Verlagsmarkt zwischen 1950 und 1970 überschwemmt hat und die von den Konsequenzen der Kernenergie auf die Zivilgesellschaft erzählt – wir denken dabei an die Romane *Die Triffids* (John Wyndham, 1951), *Ich bin Legende* (Richard Matheson, 1954) oder der hervorragende *Dunkles Universum* (Daniel F. Galouye, 1961) – führt der Handlungsverlauf der Ökofiktion dazu, die demokratische Welt als entfremdender Akteur und im weiteren Sinn die Umweltkatastrophen als unvermeidbare Folge der Utopien dieser Welt wahrzunehmen. Den Lesern und Zuschauern soll hier kein Schrecken eingejagt werden (wir sind weit von der Heuristik der Furcht von Hans Jonas entfernt); es handelt sich vielmehr um eine erzählerische Konfiguration, die das ontologische, normabweichende Verhalten einer sich träumend aufbrauchenden Moderne metaphorisch aufzeigt.

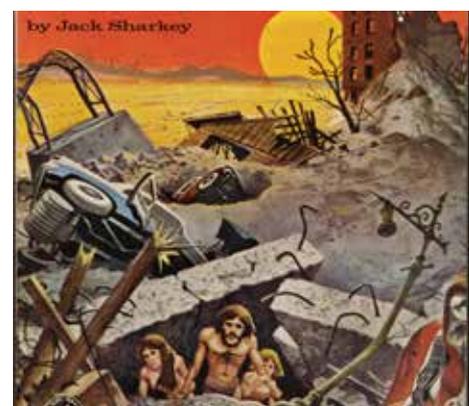
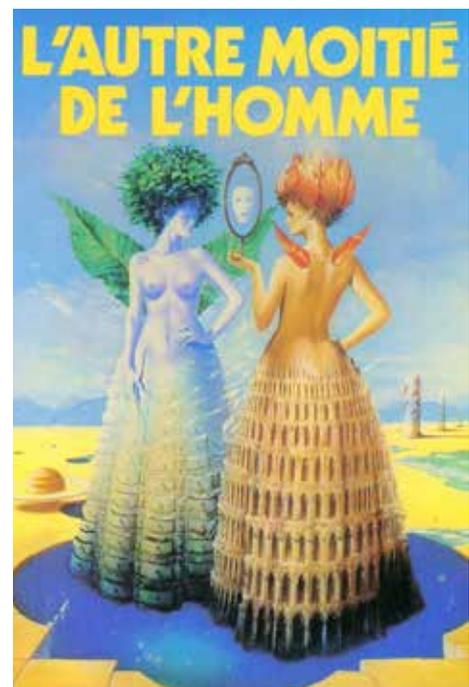
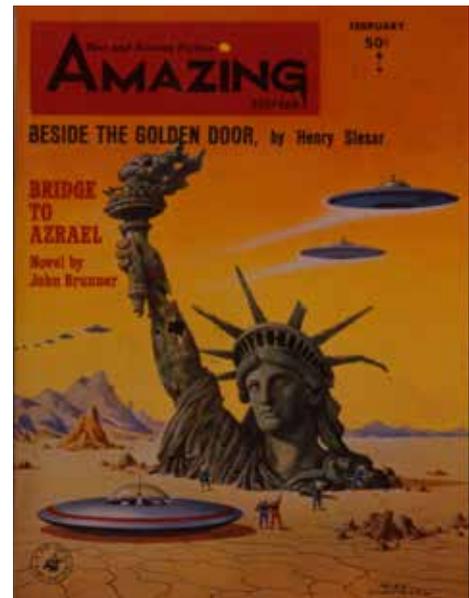


Die bildhafte Beschreibung der unsagbaren, unsere zeitgenössischen und technowissenschaftlichen Gesellschaften berieselnden Utopie, hilft uns ausserdem, unseren konsumorientierten Abwegen einen Sinn zu geben, auch wenn wir dies im Allgemeinen nicht so auffassen. Die Romane *Le Goût de l'immortalité* (Catherine Dufour, 2005) und *Treis, altitude zéro* (Norbert Merjagnan, 2011) oder die Filme *WALL-E* (Andrew Stanton, 2008) und *The Book of Eli* (The Hughes Brothers, 2010) veranschaulichen mit der Metapher der Katastrophe, wie der Konsum dabei ist, unsere Individualität und unsere Welt zu zerstören: unsere täglichen Handlungen beleben diese Welt nicht, sie sind vielmehr eine – unbewusste – Art, sie zu entvölkern, zu zerstören. Während *Treis, altitude zéro* beispielsweise voraussetzt, dass die Irrungen der Wissenschaft zu verheerenden Klimakriegen führten, inszeniert *WALL-E* eine Menschheit, die eine mit Abfall bedeckte Erde verlassen hat – eine metaphorische Bedeutung, deren grafische Darstellung kein Missverständnis zulässt: der Westen ist ontologisch gesehen eine Konstruktion von Abfall aus Abfall.

Es ist also festzustellen, dass die beiden Ökofiktionswellen (1950–1980 und 1990–2019) einerseits schrittweise die Prägnanz der unheilverkündenden Äusserungen im Sozialgefüge darstellen: der Roman *Die Strasse* (Cormac McCarthy, 2006) veranschaulicht diese Prägnanz auf wunderbare Weise, da sie ihn von der Erklärung der Ursache der zerstörerischen Katastrophe entbindet. Der Leser schwimmt in so vielen «apokalyptischen Scoops», dass das fiktionale Universum augenblicklich verständlich ist. Andererseits verlangen diese beiden Publikationswellen beide auf ihre Weise danach, dass die Ökofiktion in erster Linie als metaphorische Konstruktion betrachtet wird, die eine Katastrophe in die gegenwärtige Wirklichkeit überführt, um die Katastrophe aufzuzeigen, die ihr zugrunde liegt: so gibt es im Universum von *Mad Max* (George Miller, 1979) nicht wenig Energien, um uns zu sagen, dass dies morgen der Fall sein wird, sondern um indirekt in Erinnerung zu rufen, dass unser tägliches Handeln – eingetaucht in eine Konsumutopie – in sich selbst eine katastrophale Handlung ist. Unglücklicherweise und gewiss aufgrund des medialen Imperialismus, der uns mit ökologischen Themen sättigt, kann die «wörtliche» Interpretation der sehr wohl ironischen (im Sinn von «distanzierten») Erzählungen das Gefühl vermitteln, dass die Ökofiktion eine Warnung ist, um nicht zu sagen eine Darstellung dessen, was wir bald erleben werden. Die Arbeiten von Jean-Marie Schaeffer (*Pourquoi la fiction?*, 1999) oder Jean-Pierre Esquenazi (*La Vérité de la fiction*, 2009) aber zeigen, dass wir diese (Science-)Fiction-Erzählungen nicht als «Nacherzählung» der Wirklichkeit angehen sollen – die Fiktion ist immer von der Wirklichkeit getrennt –, sondern vielmehr als Szenarien, das heisst Darstellungen, die darauf abzielen, unser Menschsein und den Sinn, den wir ihm geben, zu beleuchten. Mit anderen Worten zeichnet die Ökofiktion nicht das Abbild einer (fast) feststehender Zukunft, sondern sie versucht vielmehr, die Erzählmodelle – die «Paraphrasen», um den von Esquenazi geprägten Begriff wiederaufzunehmen – zu diversifizieren, dank denen wir unsere Leben in einer Gesellschaft erzählen können, die a priori von körperlosen Äusserungen durchdrungen ist. In der Tat kann sich der Mensch nur selber verstehen – wie auch den Platz, den er in der Welt, die ihn umgibt, einnehmen soll – wenn er fähig ist, seine Existenz in einer kohärenten Erzählung auszudrücken: der Konsum ist zunächst eine Geschichte, die wir uns erzählen und die sich, wenn auch still und leise, auf eine Vorstellung des Glücks stützt. Im Zeitalter der Klimaerwärmung und der verschiedenen Klimaprobleme scheint es folglich unerlässlich, die Sehkraft wiederzufinden und zu verstehen, dass unsere Utopien, auch wenn sie auf unsere Selbstverwirklichung abzielen, regelrechte Katastrophen sind und dass es unsere Vorstellung vom Glück ist, die für das Burn-out der Welt verantwortlich ist. Und weil sie mit allen Mitteln versucht, zu erzählen, wie unsere Utopien die Welt zerstören, verfügt die Ökofiktion über einen beispielhaften Vorzug: sie stellt symbolische, von unserer Vorstellungskraft erfundene Ressourcen dar, um unsere Existenz zu erzählen, zu zeigen, wie diese von den Träumen stammen, die, auch wenn an sich löblich, nicht frei von verheerenden Folgen sind. Kurzum sind die Darstellungen der Zukunft der Ökofiktion nur dazu da, eine unverständlich gewordene Gegenwart zu erzählen, unbegreiflich durch unsere Unfähigkeit, sich ihrer zu bemächtigen, oder, um den biologischen Begriff zu verwenden, sie zu «verstoffwechseln».

## SCHLUSSFOLGERUNG

Wir haben, wenn auch nur kurz, aufgezeigt, dass die Science-Fiction im Sozialgefüge zahlreiche verständliche Szenarien verbreitet, die unter anderem dazu dienen, dass wir Leser und Zuschauer unserer Existenz in einer von entweder panikmachenden (Ökologie) oder utopischen (unendlicher Wachstum) Äusserungen gesättigten Gesellschaft einen Sinn geben können. Auch wenn es Erzählungen gibt, die sich implizit auf eine Welt mit unerschöpflichen Energien stützen (die *Foundation-Trilogie* von Isaac Asimov ist das bekannteste Beispiel dafür) integrieren die Autorinnen und Autoren das Thema Energie in den meisten Fällen, um die Anfälligkeit unserer Lebensweise anzusprechen. So kann mit der Fiktion und ihren Metaphern daran erinnert



werden, dass unser konsumorientiertes Handeln einerseits eine unendliche Energiemenge voraussetzt (der Konsum hat keine Grenzen) und andererseits, dass dieses Handeln gleichzeitig die Bedingung für die Möglichkeit des Endes jeder Möglichkeit zu handeln ist. Logisches Paradox, in das wir uns verirrt haben, und das auch im Zentrum unserer Unfähigkeit steht, anders zu handeln. Obwohl wir uns der Schäden bewusst sind, die wir unserer Welt und im weiteren Sinn unserer Existenz weiter zufügen. Die Ökofiktion, diese Erzählungen wo die Katastrophe unsere Welt zerstört hat und die Energie so selten geworden ist, dass nur eine Handvoll Überlebender in einer traurigen Welt herumirren kann, sind künstlerische Reaktionen, die uns fragen: sind wir bereit, unsere Existenz zu opfern (= Katastrophe), für einen Traum (= Utopie), der – wir haben den Beweis dafür erhalten – nur todbringend sein kann?

## Das Energieparadox: die Energieversorgung einer wachsenden Welt



Europa nachts, aufgenommen von einem vorbeifliegenden Satelliten [FOTO NASA/ESA]

Die Aspirationen eines wachsenden Planeten haben ihren Preis: Mit den aktuellen Wachstums-raten wird der weltweite Energieverbrauch [bis 2040 um 28 % steigen](#)<sup>1</sup>, wobei nur schon die Nachfrage von China und Indien um 60 % steigen wird. Wie können Energielieferanten, Energieproduzenten und Energieverbraucher auf das Paradox der Energieversorgung eines wachsenden Planeten eingehen und gleichzeitig die Energieemissionen senken?

Der Preis, der weltweit für den Traum der Energie auf Abruf bezahlt wird, ist die existenzielle Krise des Klimawandels sowie der Umweltgefahren durch den Kohlenstoffausstoß. Heute stammt ein [Drittel der weltweiten Energie](#)<sup>2</sup> aus Kohle, Öl und Gas; die nuklearen Brennstoffe liegen weit abgeschlagen auf dem vierten Platz. Für die Erreichung der mit den Klimaschutz-versprechen des Übereinkommens von Paris im Jahr 2016 gesetzten Kriterien muss dieser Energiemix gründlich überdacht werden.

Die aktuellen Modelle sehen einen [möglichen Anstieg der globalen Temperaturen um 3–5 °C](#)<sup>3</sup> bis Ende dieses Jahrhunderts vor, was mit dem [steigenden Meeresspiegel, längeren Trockenzeiten und mehr tropischen Stürmen](#)<sup>4</sup> in Verbindung gebracht wird. Auch die Kernenergie, die lange als grün galt, wird heute von der Öffentlichkeit verschmäht. Katastrophen in Japan, das Problem der Lagerung der radioaktiven Abfälle und Kritik an den Atomkraftwerken, deren Bau und Betrieb kostspielig ist, haben den Atomreaktor in ein Symbol für katastrophische – und nicht mehr utopische – Möglichkeiten verwandelt.

Die Angst vor den Umweltgefahren treibt die weltweite Nachfrage nach saubereren Stromquellen sowie nach Technologien, die diese Energie effizient in das Netz einspeisen und verteilen können, an. Der [Energimix von 2040](#)<sup>4</sup> könnte der vielfältigste aller Zeiten sein, mit einem Anstieg von 40 % der erneuerbaren Energie, besonders in den Bereichen Wind, Wasser und Sonne. Wie werden diese Technologien unsere Energienutzung verändern? Welche neuen Techniken könnten ein Teil dieses neuen Energiemix sein? ?

### Neue Techniken: von der Produktion bis zur Abscheidung von Emissionen

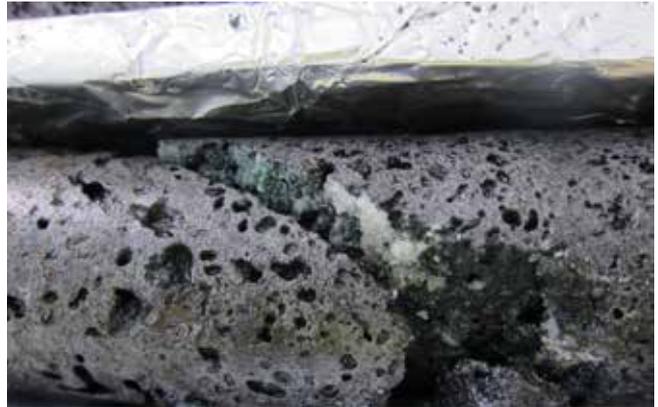
Die Angst vor dem Klimawandel fördert das Interesse an grüner Energie – aber auch neue Techniken könnten die Schädlichkeit der heute meistverwendeten Brennstoffe senken. Die sogenannten Negativemissionstechnologien (NET) können Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Umgebung abscheiden und/oder die Menge, die in die Atmosphäre freigesetzt wird, reduzieren, wodurch die Emissionen gesenkt und die Treibstoffeffizienz gesteigert werden.

*Aus der Luft gewonnenes CO<sub>2</sub>, das in Island mit einer Climeworks-Anlage mineralisiert wird. Foto oben von Sandra O Snaebjornsdottir, unten von Zev Starr-Tambor, via Climeworks.*

Ein Geothermiestandort in Island kann heute die Emissionen eines Haushalts abscheiden und schafft so eine Energiequelle, die hilft, die Luft zu säubern. Die [isländische Anlage](#)<sup>6</sup> ist der erste Test einer Anlage für die Kohlenstoffbindung unabhängig von oder neben einem Kraftwerk. Sie könnte 900 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr abscheiden und so Schadstoffe in GEMÜSEDÜNGER verwandeln. Aktuell würden für die Abscheidung von 1 % der aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionen 250 000 solcher Anlagen benötigt.

Diese Anlage produziert Dünger, aber andere NET fokussieren auf die Umwandlung des abgeschiedenen Kohlenstoffs in wiederverwendbare Kraftstoffe, wie [Kohlenstoffsteine](#)<sup>7</sup> oder [Düsentreibstoff](#)<sup>8</sup>. Weitere Fortschritte gehen in Richtung [künstliche Photosynthese](#)<sup>9</sup>, bei der CO<sub>2</sub> in organische Substanz verwandelt wird, die als Kraftstoff verwendet werden kann, wodurch zusätzliche Energie geschaffen und die Emissionen um 57 % gesenkt werden.

Auch wenn vielversprechend sind NET nicht die Alleinlösung für die Abwendung einer Klimakatastrophe. Ohne Richtlinien für die verstärkte Übernahme und Forschung wäre eine unwahrscheinliche Wachstumsrate von [26 % pro Jahr während dreissig Jahren](#)<sup>10</sup> erforderlich, um die Klimaziele der UNO bis 2050 zu erreichen. Sauberere Energiequellen werden ein wichtiger Teil des Mix bleiben.



### Atomkraft: von der Spaltung zur Fusion

Atomkraft wird aufgrund der Möglichkeit einer Kernschmelze, der Produktion von radioaktiven Abfällen und der Assoziation mit menschlichen Katastrophen nur selten mit sauberer Energie in Verbindung gebracht. Investitionen in Atomkraftwerke sanken [2017 um 45 %](#)<sup>11</sup>, obwohl [einige Analysten](#)<sup>12</sup> bis 2040 eine Zunahme der Kernkraft vorhersehen, da insbesondere China neue AKWs ans Netz anschliesst. Während Atomkraftwerke in der restlichen Welt allmählich vom Netz genommen werden, haben Forscher (und Investoren) eine radikale neue Kernkraftquelle im Visier: Die Nutzung der Energie aus der Fusion von zwei Wasserstoffteilchen statt aus der Atomspaltung.

Fusionsenergie wäre aussergewöhnlich sauber. Theoretisch könnten mit nur 5 kg Wasserstoff in einem Fusionsreaktor der gleiche Energieertrag erreicht werden wie mit 56 000 Barrel Öl, aber ohne die dazugehörigen Kohlenstoffemissionen. [Kernfusionsreaktoren](#)<sup>13</sup> nutzen Helium oder Stickstoff anstelle von Uran, wodurch sie keine radioaktiven Abfälle produzieren. Zudem besteht keine Gefahr einer Kernschmelze, was sie sicherer macht als Kernspaltungsanlagen.

Neue supraleitende Materialien stehen hinter dem [SPARC](#)<sup>14</sup>, einem experimentellen Fusionsreaktor. Er verwendet Elektromagnete aus Yttrium-Barium-Kupferoxid (YBCO), eine Verbindung, die höhere Temperaturen standhält als frühere Fusionsreaktoren, und mit Flüssigstickstoff gekühlt werden kann, das billiger ist als das flüssige Helium, das in früheren theoretischen Reaktoren verwendet wurde. Das MIT geht davon aus, dass diese hochtemperaturbeständi-

gen Reaktoren zu mehr Energie aus kleineren, billigeren Reaktoren führen, die einfacher zu bauen sind. SPARC würde mit kurzen Stössen 50–100 MW produzieren (genug für ungefähr 3600 Haushalte) und soll 2026 eingeführt werden.

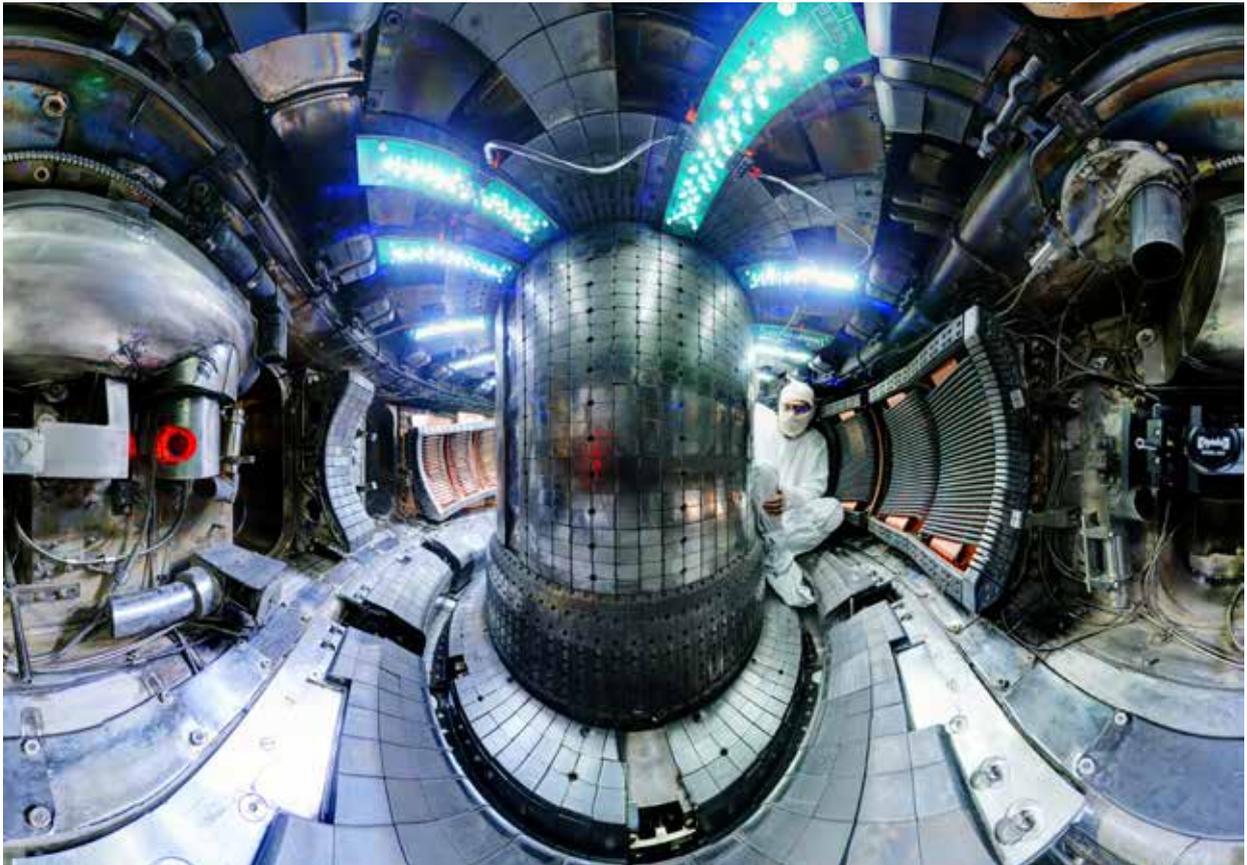


Foto: In einem SPARC-Reaktor des MIT. Bob Mumgaard/Plasma Science and Fusion Center, MIT.

MIT-Forschende sprechen selber davon, dass die Fusionsenergie bis 2035 Teil des Energie-netzes sein könnte; Investoren wie Bill Gates und Jeff Bezos setzen auf die wirtschaftliche Zukunft der Kernfusion, indem sie seit der Unterzeichnung des Pariser Klimaabkommens im Jahr 2016 fast [USD 1 Mia<sup>15</sup>](#), für diese Investitionen vorsehen. In Kanada sind bereits Bemühungen im Gange, um die [Kommerzialisierung der Fusionstechnik<sup>16</sup>](#) zu beschleunigen und die Fusionskraft bis 2025 ans Netz anzuschliessen. Dieses Projekt nutzt die Forschung der Universitäten McGill (CAN) und Princeton (USA) und wird von Microsoft finanziell unterstützt.

Eine spekulative Technik, die auf Science-Fiction-Geschichten beschränkt zu sein scheint, ist die kalte Fusion: Die Idee, Energie durch Fusion ohne hohe Temperaturen herzustellen. Google verkündete überraschend, dass es vier Jahre damit verbracht hat, die Forschung aus dem Jahr 1989 neu zu prüfen, die von keinem anderen Labor reproduziert werden konnte. Im Mai 2019 [veröffentlichte Google seine Forschung<sup>17</sup>](#) und bestätigte, dass die eigenen Experimente ebenfalls fehlgeschlagen sind.

### Energieverteilung: der Aufstieg des intelligenten Netzes

Mit einer neuen Kapazität für die Energieverteilung werden neue Energieformen auf effizientere Weise gekoppelt. Die Herausforderung der Sammlung, Verteilung und Regulierung der Energieübertragung wird von intelligenten Netzen gelöst, einer Kombination von künstlicher Intelligenz (KI) für die Netzplanung und die Vorhersage der Energienutzung mit dem Internet der Dinge (IoT) für die Kommunikation des Bedarfs zwischen Geräten, Haushalten und/oder Fahrzeugen.

Der chinesische Elektronikriese Huawei prophezeit, dass bis 2025 [75 Milliarden Elektrogeräte<sup>18</sup>](#) weltweit verbunden sind und Daten austauschen. Wenn diese Geräte miteinander und mit dem Netz, von dem sie ihren Strom erhalten, kommunizieren können, wird ein enormes Potenzial für die Speicherung und Zweckmässigkeit freigeschaltet. Die Energie könnte von Orten mit geringem Energiebedarf an Orte umgeleitet werden, an denen sie am dringendsten gebraucht wird. Dabei würde die KI mit ihren Algorithmen eine führende Rolle spielen und ein intelligentes Netzwerk für die Energieverteilung schaffen.

Huawei untersucht die digitale Transformation von Chinas Energienetz und prognostiziert: Intelligente Energiemessung wird zusammen mit elektronischen Fahrzeugen, Brennstoffzellen und intelligenten Geräten, mit denen die Nutzerinnen und Nutzer den Stromverbrauch flexibel konfigurieren können, dazu führen, dass mehr Energie generiert wird als konsumiert. Dies wird den Nutzerinnen und Nutzern ermöglichen, überschüssige Elektrizität an Elektri-

zitäts-gesellschaften zu verkaufen. Die immer mehr mit Software verwalteten Netze werden sich selber verwalten, beispielsweise durch die Selbstregulierung für die Senkung von Verlusten, die Reaktion auf Spannungsänderungen und die Selbstoptimierung für die Vermeidung von Stromversorgungsstörungen.

Die Forschung zeigt, dass [intelligente Netze sich rasch an](#)<sup>19</sup> einen ändernden Energiebedarf in einem Netzwerk anpassen, Blackouts verhindern, die Übertragungskapazität steigern und Systemübertragungen verbessern. In den Vereinigten Staaten konnten damit die Betriebskosten gesenkt und den Hausbesitzern zusätzliche Dienstleistungen bereitgestellt werden.

Intelligente Netze und die Digitalisierung der Energie könnten den Markt für den dezentralisierten Peer-to-Peer-Handel zwischen kleineren, selbstorganisierten Netzwerken öffnen, wie ländlichen Bauernhöfen mit einem Solar-, Wind- und Biogasmix. Dies würde den sogenannten Prosumermarkt fördern. In Grossbritannien wurde ein Pilotprogramm für die Erforschung der wirtschaftlichen und infrastrukturellen Bedürfnisse dieses Energieteils gestartet, in dem ein Häuserblock in London [mit einem Distributed Ledger Energie handelt](#)<sup>20</sup>, während die auf die [Messung der Energienutzung](#)<sup>21</sup> fokussierte Forschung anfängt, ein besseres Verständnis für das effizientere Zusammenspiel solcher Netze zu entwickeln.

Distributed Ledgers in Form von Blockchains werden für ein ähnliches Pilotprojekt in Australien in Erwägung gezogen. ARENA, die australische Behörde für erneuerbare Energien, führte – zusammen mit dem Energieunternehmen AGL und IBM – ein kleines [Blockchain-Pilotprojekt](#)<sup>22</sup> ein, um dieses Prosumermodell zu testen. In einem anderen Versuchsprojekt schuf ARENA einen [Marktplatz für den Energieaustausch](#)<sup>23</sup>, bei dem Belohnungen in ein Cyberwallet ausbezahlt werden. Andere verfolgen ein [eBay-für-Energie](#)<sup>24</sup>-Modell, das früh von britischen und japanischen Energieanbietern unterstützt wurde.

Die Dezentralisierung würde ebenfalls zu einer Steigerung der Energieeffizienz führen. 15 % der von uns produzierten Energie geht in der Übertragung verloren, da sie mit der Distanz schwindet. Die Verschiebung der Energie von kleineren Quellen zu näheren Nutzern reduziert diesen Schwund. Dies fördert neue Ansätze für kleinformatige, hochgradig lokalisierte Erzeugung und Speicherung, wie [Betontürme und -gewichte](#)<sup>25</sup> für die Speicherung der kinetischen Energie. Türme mit Windfangmechanismen können überall installiert werden. Weht Wind, zieht er eine Plattform mit Blöcken hoch. Wird mehr Energie benötigt, stürzen die Blöcke auf eine untere Plattform, die die Energie des Aufpralls «einsammelt».

## Energie Distribution: From Stations to Storage

Die kontinuierliche Versorgung mit grüner Energie tönt wie eine utopische Vision. Denn heute besteht eine Herausforderung für das saubere Energieökosystem darin, eine unregelmässige Versorgung abzufangen und zu speichern, denn es weht nicht immer Wind in die Turbinen und die Sonne scheint nicht immer auf die Solarzellen. Der Klimawandel wirkt sich langsam auf den [Wasserkraftfluss](#)<sup>26</sup> aus, wie die extreme Gletscherschmelze in der Schweiz zeigt. Diese führt zu kurzfristigen Anstiegen der Energieversorgung, die verloren sind, wenn sie nicht sofort genutzt werden. Dies wirft die Frage des Umgangs mit dem temporären Energieüberschuss auf und aus diesem Grund benötigt die zukünftige saubere Energie Batterien und Speicher.

*Das Speicherkraftwerk von Hornsdale im Süden Australiens war 2019 der grösste Lithiumbatteriespeicherort der Erde und wurde in weniger als 100 Tagen gebaut.*



Australien, China, Deutschland, Italien, Japan, Südkorea, Grossbritannien und die USA eignen sich heute die zentralisierte Speicherung an. Diese Standorte können bis zu 10 GW Strom sammeln und speichern – genügend Strom für die Versorgung von 3 Millionen Haushalten für einen Tag. Das Speicherkraftwerk Hornsdale in Südaustralien wurde 2017 von Tesla in weniger als drei Monaten gebaut und ist der grösste Lithiumbatteriestandort der Welt.

Eine andere Strategie ist die dezentralisierte Speicherung: Die Installation von «Hinter dem Meter»-Batterien an einem Verbrauchsort, wie dem Haus der Konsumenten. Anders als die grossen, zentralen Energiespeicher ermöglichen diese Batterien individuellen Konsumenten, kleinere Energiemengen vor Ort zu speichern. Deutschland, Italien, Grossbritannien, Australien, Japan, die Niederlande und China benutzen eine Mischung dieser Modelle. Deutschland ist mit 100 000 in Haushalten installierten Batterien führend.

Ungefähr 90 % der heute benutzten Batterien sind Lithium-Ionen-Akkus, ein Material, das seine Energie speichern, abgeben und erneuern kann, wodurch «aufladbare» Batterien entstehen. Lithium-Ionen-Batterien haben aber ihre Grenzen. Eine davon ist die wachsende weltweite Nachfrage nach Kobalt, das für ihren Bau verwendet wird. Mit der steigenden Batterie-nachfrage stieg auch der Kobaltpreis seit 2016 um das Dreifache. Zwei Drittel des weltweiten Kobaltvorkommens befinden sich heute in der Demokratischen Republik Kongo, während die meisten Batterien – [65 % bis 2021](#)<sup>27</sup> – in China hergestellt werden, das massiv in die Diversifizierung des Batteriematerialmix investiert.

Die heutigen Lithium-Ionen-Batterien verwenden für die Energiespeicherung flüssige Elektrolyte. Flüssigbatterien sind riskant: Wenn ein Batteriebestandteil kaputt geht, undicht ist oder kurzschliesst, ist diese Flüssigkeit hochentzündlich. Deshalb stellen sie bei der Verwendung in mobilen Fahrzeugen eine Gefahr dar, da sie bei Unfällen beschädigt werden könnten. Sie haben auch eine abnehmende Speicherkapazität, verlieren ihre Ladung innerhalb eines kurzen Zeitraums und büssen mit der Zeit ihre maximale Speicherkapazität ein.

Eine Alternative zu den aktuellen Lithium-Ionen-Batterien ist die Festkörperbatterie, die weiter Lithium-Ionen verwendet, aber statt flüssiger Elektrolyten trockene nutzt. Festkörperbatterien wären leichter, billiger und weniger entzündlich als ihre «flüssigen» Kollegen. Sie würden länger geladen bleiben und höhere Temperaturen (150 °C/302 °F) ertragen, was sie in zahlreichen Umgebungen nützlicher macht, einschliesslich für elektrische Fahrzeuge.

Das deutsche Fraunhofer-Institut für Silicatforschung vermeldete 2019 eine [dreijährige Partnerschaft](#)<sup>28</sup> mit der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa, ein strategischer Zug für die Schaffung einer europäischen Batterietechnik, um mit den marktbeherrschenden Asiaten konkurrieren zu können. Die Forschung konzentriert sich auf die Identifikation der besten Stoffe für die Energiedichte und fokussiert ausdrücklich auf die Markteinführung dieser Batterien.

Der private Sektor investiert bereits stark in diesen Bereich. Caterpillar, das weltweit grösste Bau- und Bergbauunternehmen mit Produktreihen mit Diesel- und Erdgasantrieb, industriellen Gasturbinen und dieselektrischen Lokomotiven, startete kürzlich eine strategische Investition in [Festkörperbatterien](#)<sup>29</sup>. Autokonzerne wie [Ford Motors](#)<sup>30</sup> investieren in die Festkörperbatterietechnik, während ihr japanische Rivale Toyota verkündete, dass er [dem Zeitplan voraus](#)<sup>31</sup> sei und 2020 eine EV-Flotte mit Festkörperbatterien auf den Markt bringt.

Die Forschung zeigt mit dem Bau von Batterien mit Natrium und Chlorid, die beide in den Ozeanen der Erde zu finden sind, auch Richtung Meer. Die Ozeane sind zudem der Schlüssel für die Zukunft der Schmelzsaltbatterien, die 1985 entwickelt wurden aber bis heute nicht weit verbreitet sind. Diese Batterien aus Nickel und Salz speichern ihre Ladung länger als Lithium-Ionen und funktionieren in einer grösseren Bandbreite von Temperaturen. [Empa](#) begann, Versionen dieser Batterien mit längerer Lebensdauer zu bauen und so kobaltfreie Konkurrenten für Lithium-Ionen-Batterien für die stationäre Nutzung zu bilden<sup>32</sup>.

Ein weiteres verlockendes Zukunftsszenario dreht sich um die Entwicklung von Viren, die Energie organisieren können: im Grunde biologische Batterien. Die Arbeit von Angie Belcher am MIT zeigte auf, dass lebende Organismen – der [Bakteriophage M13](#)<sup>33</sup>, der für Menschen harmlos ist – mutiert werden können, um Metalle wie Gold, Kobaltoxid oder Eisenphosphat zu binden. Belchers Labor hat eine Bibliothek dieser Materialien geschaffen, die fähig ist, diese Materialien für die Sammlung, Speicherung und Abgabe von Energie zu nutzen und diese gezielt in bestehende Batteriegehäuse eingekapselt, sodass sie direkt nutzbar sind. Dieser Ansatz ist für das nächste Ziel dieses Labors ausschlaggebend: Grössere Energiespeichergeräte zu entwickeln, die in Autobestandteile eingebaut werden können – beispielsweise ein Lenkrad, das auch eine Batterie ist. Abgesehen von den Batterien verwendete das Labor die Bakteriophagen M13 auch für die Verwandlung von [Erdgas in Benzin](#)<sup>34</sup>.

Aus Science-Fiction-Sicht beginnt die Forschung auch die Entwicklungsfähigkeit von [Quantenbatterien](#)<sup>35</sup> zu prüfen. Diese Batterien setzen auf Änderungen der Art, wie sich Partikel im winzig kleinen Nanobereich verhalten. Eine dieser Verhaltensweisen ist die Verschränkung: merkwürdige Verflechtungen zwischen Partikeln, die voneinander isoliert sind. Dies bedeutet, dass das Laden eines einzelnen Partikels alle damit verbundenen Partikel laden könnte – eine ganze Batterie und sogar mehrere Geräte würden so viel schneller geladen. Je mehr Batterien aufgeladen werden, umso schneller werden sie geladen. Physiker am italienischen Technologieinstitut (IIT) streben danach, diese Forschung innerhalb von drei Jahren von der Theorie physisch anzuwenden.

## Was kommt als Nächstes?

Die weltweite Bevölkerungszunahme und Temperatursteigerung führen zu einem Energieparadox, bei dem die notwendige Einschränkung der fossilen Brennstoffe mit der rasch wachsenden Energienachfrage vermischt wird. Diese Krise verlangt nach geeinten Bemühungen der Akteure – in diesem Fall des gesamten Planeten – für die Lösungssuche. Es gibt Gelegenheiten für die wachsende Zusammenarbeit von Forschenden aus Wissenschaft mit dem privaten Sektor, von sozialen Unternehmen mit der Industrie, von Nichtregierungsorganisationen mit Behörden. Dieser Artikel betrachtet nur einige der vielversprechenden Potenziale für die Bekämpfung des Klimawandels durch innovative Techniken und geht nicht auf die umfassenderen Entwicklungen in der Politik und der sozialen Mobilisierung ein, die Fortschritte in Richtung dieses gemeinsamen Ziels verstärken – oder hemmen – könnten.

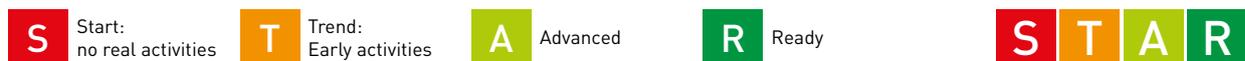
## Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. <https://www.eia.gov/todayinEnergie/detail.php?id=32912>
2. <https://cdn.exxonmobil.com/-/media/global/files/outlook-for-Energie/2017/2017-outlook-for-Energie.pdf>
3. <https://www.reuters.com/article/us-climate-change-un/global-temperatures-on-track-for-3-5-degree-rise-by-2100-u-n-idUSKCN1NY186>
4. <https://climate.nasa.gov/effects/>
5. [https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de\\_ch/PDF/Energie-Outlook-2018-edition-Booklet.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/Energie-Outlook-2018-edition-Booklet.pdf)

6. <https://www.sciencemag.org/news/2017/06/switzerland-giant-new-machine-sucking-carbon-directly-air>
7. <https://globalthermostat.com/>
8. <https://www.opus-12.com/technology>
9. <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/11/181130111637.htm>
10. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aabff4>
11. <http://www.world-nuclear-news.org/NP-Investment-in-new-nuclear-declines-to-five-year-low-1707185.html>
12. <https://cdn.exxonmobil.com/~media/global/files/outlook-for-Energie/2017/2017-outlook-for-Energie.pdf>
13. <https://www.iaea.org/topics/Energie/fusion/faqs>
14. <http://www.psfc.mit.edu/sparc>
15. <http://www.b-t.Energie/ventures/board-investors/>
16. <https://generalfusion.com/>
17. <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1256-6>
18. <https://www.huawei.com/minisite/giv/en/download/whitebook.pdf>
19. <http://Energie.mit.edu/wp-content/uploads/2011/12/MITEI-The-Future-of-the-Electric-Grid.pdf>
20. <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/04/190430103440.htm>
21. [http://www.apep.uci.edu/research/partnership\\_ISGD.aspx](http://www.apep.uci.edu/research/partnership_ISGD.aspx)
22. <https://www.aql.com.au/about-aql/media-centre/asx-and-media-releases/2017/may/aql-tests-solar-Energie-trading-technology>
23. <https://greensync.com/solutions/dex/>
24. [http://www.electron.org.uk/index.html#our\\_products](http://www.electron.org.uk/index.html#our_products)
25. <https://Energievault.ch/>
26. <https://www.nytimes.com/interactive/2019/04/17/climate/switzerland-glaciers-climate-change.html>
27. <https://about.bnef.com/blog/china-is-about-to-bury-elon-musk-in-batteries/>
28. <https://www.isc.fraunhofer.de/en/press-and-media/press-releases/solid-state-batteries-for-tomorrows-electric-cars.html>
29. <https://www.caterpillar.com/en/company/innovation/caterpillar-ventures/news/fisker.html>
30. <https://www.businesswire.com/news/home/20190411005017/en/Solid-Power-Receives-Investment-Ford-Motor-Company>
31. [https://www.motorauthority.com/news/1111715\\_toyota-accelerates-target-for-ev-with-solid-state-battery-to-2020](https://www.motorauthority.com/news/1111715_toyota-accelerates-target-for-ev-with-solid-state-battery-to-2020)
32. <https://www.tagesanzeiger.ch/wissen/technik/die-batterierevolution/story/31038511>
33. <http://belcherlab.mit.edu/>
34. <https://www.siluria.com/>
35. <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.120.117702>

# Die Zukunft der Energie in der Schweiz

Seit 1950 ist der Energieverbrauch in der Schweiz um das Fünffache gestiegen. Dieser Anstieg hängt mit dem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum zusammen: Volumen und Grösse der Wohnungen und Fahrzeuge, industrielle Tätigkeit und gefahrene Strecken. Obwohl die Energieeffizienz stark verbessert wurde, wird sich die Schweiz der Herausforderung stellen müssen, ein wachsendes Land mit Energie zu versorgen und gleichzeitig die Energieemissionen zu senken.



## Schweizer Energiesystem und Vision



Abgesehen von Wasserkraft und Feuerholz verfügt die Schweiz über begrenzte Ressourcen im Bereich der klassischen Energiequellen. Ungefähr 75 % des Binnenkonsums wird importiert, in der Hauptsache Öl, Gas, Kohle und Kernbrennstoffe. Im Winter muss [die Schweiz zudem Elektrizität importieren](#)<sup>1</sup>.

Die landeseigene Stromerzeugung stammt primär aus Wasserkraftanlagen (60 %), gefolgt von 32 % aus den fünf Atomkraftwerken, die aktuell ans Netz angeschlossen sind. Der restliche Strom (ungefähr 8 %) stammt aus Biogas, Photovoltaik, Wind, Holz und [Abfallverbrennung](#)<sup>1</sup>. Vom gesamten Energieverbrauch des Landes im Jahr 2017 stammte ungefähr 12 % aus der Wasserkraft. Insgesamt machen erneuerbare Energien ungefähr 22 % aus, was klar über den globalen Trends liegt<sup>1</sup>. Der Anteil der mit Sonnenenergie, Wind oder Biomasse produzierten Elektrizität begann vor 10 Jahren zu [wachsen und stieg seitdem stark an](#)<sup>2</sup>.

Effizienz ist ein zentrales Ziel, wenn man über begrenzte Ressourcen verfügt: In der Schweiz sank der Energieverbrauch 2018 trotz eines Wachstums der Bevölkerung (0,7 %), des BIP (2,5 %), der Fahrzeuge (1 %) und Wohnungen im Vergleich mit 2017 um 2,2 %. Abgesehen von den günstigeren Klimabedingungen im Jahr 2018 leisteten die Anstrengungen im Bereich Energieeffizienz einen Beitrag zur [Abfederung der Folgen eines wachsenden Landes](#)<sup>3</sup>.

2007 stützte der Bundesrat seine Energiestrategie auf vier Säulen ab: Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Ersatz und Neubau von Grosskraftwerken zur Stromproduktion (auch Kernkraftwerke) sowie Energieaussenpolitik. Nach der Katastrophe von Fukushima im Jahr 2011 wurde dem schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie zugestimmt. Dieser Entscheidung sowie weitere Veränderungen im internationalen Energieumfeld führten zur Energiestrategie 2050, die den notwendigen Umbau des Schweizer Energiesystems vorsieht. Vor dieser Ausgangslage nahm das Parlament bereits Gesetzesvorlagen zur Entwicklung von [erneuerbaren Energien und des Stromnetzes an](#)<sup>4</sup>. Das Ziel ist, die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen erheblich zu steigern, die Energieeffizienz pro Kopf zu erhöhen und den Stromverbrauch um 10–20 % zu senken. Zusätzlich ist die Schweiz auf internationaler Ebene verpflichtet, die Treibhausgasemissionen bis 2020 im Vergleich mit 1990 [um 20 % zu senken](#)<sup>5</sup>.

Parallel zur Energiestrategie 2050 des Bundes wurden von den Eidgenössischen Technischen Hochschulen zwei langfristige Visionen entwickelt, die in die gleiche Richtung gehen: Erstens die 2000-Watt-Gesellschaft, die sich auf die Idee stützt, dass der Energiebedarf bis 2100 weltweit auf ungefähr 2000 Watt pro Kopf gesenkt werden soll (mit Bezug auf beispielsweise die [6500 Watt pro Kopf in der Schweiz im Jahr 2012](#))<sup>6</sup>. Zweitens die 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft (pro Kopf und Jahr), was eine Erhöhung des Energieverbrauchs erlauben würde, wenn sie aus erneuerbaren [Quellen kommt](#)<sup>7</sup>. [In der Schweiz gibt es mehrere Projekte](#)<sup>2</sup>. Im gleichen Sinn hat der Kanton Freiburg kürzlich ein neues Gesetz beschlossen, das [bis 2030 die 4000-Watt-Gesellschaft anstrebt](#)<sup>8</sup>.

## Innovation



Infolge der Energiestrategie des Bundes wurden 2017 in der Schweiz über 400 Mio. Franken in die öffentliche Forschung, Entwicklung und in Pilotprojekte investiert. Über 140 Mio. Franken gingen an Projekte in Verbindung mit erneuerbaren Energien und über 175 Mio. Franken an die Energieeffizienz. In den letzten 10 Jahren wurden die öffentlichen Mittel für erneuerbare Energien mehr als verdreifacht. Den grössten Teil (54 Mio. Franken) wurde für [Sonnenergieprojekte aufgewendet](#)<sup>2</sup>.

Beim Bundesamt für Energie ist ausserdem das Koordinationsinstrument Cleantech angesiedelt, das gute Rahmenbedingungen für die Innovation in den [Bereichen Ressourceneffizienz und erneuerbare Energien gewährleisten soll](#)<sup>10</sup>.

Acht Schweizer Forschungskompetenzzentren (Swiss Competence Centers for Energy Research SCCER) fördern die

Zusammenarbeit von Forschungszentren, Hochschulen und Industrie und [unterstützen den Technologietransfer](#)<sup>11</sup>. Sie wurden 2014 gegründet und ihre finanzielle Unterstützung ist bis 2020 gesichert.

Die ETH Zürich gründete 2005 das Energy Science Center (ESC), ein abteilungsübergreifendes Kompetenzzentrum für die Erleichterung der Energieforschung und Lehrtätigkeit über [Forschungsfelder und -abteilungen hinaus](#)<sup>12</sup>.

## Intelligentes Netz

S T A R

Mit ungefähr 650 Unternehmen ist die Stromverteilung in der Schweiz hochkomplex. Das Übertragungssystem hingegen wird nur von der Schweizer Übertragungsnetzbetreiberin Swissgrid reguliert. Zusätzlich führt der Ausbau von erneuerbaren Energiequellen zu einem dezentralisierterem und schwankenderem System, das für das bestehende Stromnetz eine Herausforderung ist. Das Bundesamt für Energie identifizierte bereits 2009 intelligente Netze als mögliche Lösung. Es führte eine Folgeabschätzung zur Einführung von intelligenten Messsystemen durch und erarbeitete 2015 eine Smart [Grid Roadmap](#)<sup>13</sup>. Die Roadmap identifiziert die notwendigen Funktionalitäten und Technologien, um das intelligente Netz in der Schweiz aufzubauen und fördert [Forschungsprojekte auf diesem Gebiet](#)<sup>14</sup>.

2009 unterzeichneten die Schweiz, Deutschland und Österreich ein Abkommen für die Zusammenarbeit in der Erforschung von intelligenten Netzen<sup>15 16</sup>.

FURIES (FUtuRe Swlss Electrical InfraStructure), eines der acht SCCER, ist Stromnetzen und ihren Komponenten gewidmet. Es liefert Swissgrid Informationen zu sozioökonomischen und ökologischen Faktoren für die Planung und ist auf die Smart Grid Roadmap ausgerichtet.

Die ETH Lausanne (EPFL) ist sehr aktiv in diesem Bereich und schuf durch das Zusammenlegen von zwei Laboren [das Smart Grid Project](#)<sup>17</sup>. Eines ihrer Projekte besteht in der Entwicklung von Sensoren und Drehstromzählern für die Echtzeit-Überprüfung in einem [Teststromnetz an der ETH Lausanne](#)<sup>18</sup>. Die getestete Technik wird nun von den Industriellen Betrieben Lausanne (SIL) verwendet und zusammen mit Romande Energie unter [realen Bedingungen in Rolle \(Waadt\) und Onnens \(Waadt\) getestet](#)<sup>19</sup>. Die EPFL hat zudem Commelec entwickelt, eine Echtzeitkontrollmethode des Stromnetzes, die die grossflächige Integration von [erneuerbaren Energien ermöglicht](#)<sup>20</sup>. Dies wurde im Mikronetz der EPFL und im NEST-Gebäude der [Empa demonstriert](#)<sup>21</sup>.

Auch private Unternehmen bündeln ihre Aktivitäten in diesem Bereich: 2011 gründeten 12 Elektrizitätsunternehmen den Verein Smart Grid Schweiz, um die Einführung von intelligenten Netzen auf [nationaler Ebene voranzutreiben](#)<sup>22</sup>. Er förderte die Einführung des [Labels SmartGridready](#)<sup>23</sup>. Der Hauptsitz von Elektroplan Buchs & Grossen AG in Frutigen beispielsweise ist SmartGrid Ready und weist durch ein KNX-Gebäudeautomationssystem einen [um 80 % geringeren Stromverbrauch auf](#)<sup>24</sup>.

Mehrere Start-ups arbeiten an der Entwicklung von solchen Technologien: Das Schweizer Unternehmen DEPSys entwickelte [GridEye](#)<sup>25</sup>, ein digitaler Werkzeugkasten zur Netzoptimierung, mit dem erneuerbare Energien integriert und jedes Stromverteilt gesteuert, betrieben und automatisiert werden kann. Unternehmen wie Romande Energie SA haben dieses [innovative Werkzeug integriert](#)<sup>26</sup>. Imperix, ein Unternehmen im Bereich Leistungselektronik, entwickelt High-End-Steuergeräte und Prototyping-Hardware für [intelligente Netze](#)<sup>27</sup>. Misurio AG bietet integrierte Lösungen für die Optimierung der [operativen Planung in der Energiewirtschaft an](#)<sup>28</sup>. Ein weiteres Beispiel ist Adaptricity AG, das Software für die Anpassung von Stromnetzen an erneuerbare [Energien optimiert und simuliert](#)<sup>29</sup>.

## Energiespeicherung

S T A R

Die Schweiz hat verschiedene Energiespeichersysteme getestet, die von einzelnen Häusern bis zum Industriegelände alles abdecken. Ein erfolgreiches Beispiel ist das energieautarke Gebäude der Walter Schmid AG in Brütten, das 2016 eingeweiht wurde und seitdem ohne Anschluss an das [lokale Stromnetz vollständig autonom ist](#)<sup>30</sup>. Derartige dezentralisierte Systeme werden von der Plattform [Holistic Urban Energy Simulation \(HUES\)](#)<sup>31</sup> gefördert, einem Projekt, das vom SCCER [Future Energy Efficient Buildings & Districts unterstützt wird](#)<sup>32</sup>.

2017 wurden in der Schweiz öffentliche Mittel in Höhe von fast 90 Mio. Franken in Energiespeichersysteme investiert<sup>9</sup>. Ein weiteres der acht Schweizer SCCER, Heat & Electricity Storage, ist Speicherlösungen gewidmet und seine Projekte decken fünf Gebiete ab: Wärmespeicherung, Batteriespeicher, synthetische Kraftstoffe und [Integration der Speichertechnik](#)<sup>33</sup>. Es wird erwartet, dass die Wärmespeicherung im Schweizer Energiesystem zukünftig eine grosse Rolle spielen wird, da die Wärmeerzeugung für ungefähr 50 % des Primärenergieverbrauchs verantwortlich ist. In diesem Sinn haben ETHZ, EPFL und SUPSI in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Alcaes SA den möglicherweise weltweit ersten adiabaten Druckluftspeicher entwickelt – eine mögliche Alternative zu Pumpspeichersystemen für die Energiespeicherung während Zeiten der überschüssigen [Stromerzeugung](#)<sup>34</sup>. In einem Projekt des PSI mit der ETHZ wurde ein Vollzellen-Natrium-Ionen-Akku entwickelt, der eine wirtschaftlichere Alternative zu [Li-Ion-Akkus darstellt](#)<sup>35</sup>. Ein weiterer Vorschlag für die Speicherung überschüssiger Energie aus nicht ständig verfügbaren erneuerbaren Energiequellen ist ihre Verwendung für die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fussbadrucks durch ihre Umwandlung in Brennstoff. Eine Zusammenarbeit des PSI, der ETHZ und der Universität Bern bewies die Machbarkeit der Umwandlung und der Bau eines Prototyps ist geplant<sup>33</sup>. Das Zentrum prüft zudem neue Materialien für die Energiespeicherung mit [Wasserstoff](#)<sup>35</sup>. In diesem Sinn wurde 2018 ein industrieller Prototyp bestehend aus einer Stromversorgungseinheit aus Ameisensäure mit einer PEM-Brennstoffzelle (Protonaustausch-membran) für die

Stromproduktion präsentiert. Dieses Projekt entstand aus einer [Zusammenarbeit der EPFL mit der GRT Group SA](#)<sup>36</sup>.

Festkörperbatterien, die keine brennbaren Elektrolytmaterialien mehr enthalten, sind ebenfalls eine Alternative zu den aktuell genutzten Li-Ion-Akkus. 2016 präsentierten Forschende der ETHZ einen vollständigen Festkörperakku, der mit Methoden der [industriellen Fertigung hergestellt worden war](#)<sup>37</sup>. Die Universität Genf entwickelt ebenfalls [Festkörperelektrolytmaterialien](#)<sup>38</sup>. 2019 starteten die Empa und das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ein dreijähriges Forschungsprojekt mit dem Ziel, die wichtigsten technologischen Barrieren für die industrielle Fertigung der Festkörperbatteriezellen zu beseitigen. Das Projekt soll zudem ermöglichen, weniger auf asiatische Unternehmen angewiesen zu sein, die heute den [Li-Ion-Batteriezellenmarkt grösstenteils kontrollieren](#)<sup>39</sup>.

Auch Schweizer Start-ups spielen in der Entwicklung von neuen Lösungen für die Energiespeicherung eine Rolle: Batttrion AG bietet eine innovative Technik, die die Mikrostruktur von Li-Ion-Batterien verändert, um schnelleres Laden und eine [effizientere Nutzung zu erreichen](#)<sup>40</sup>; Enairys Powertech stellt druckluftgestützte Lösungen für den Betrieb und die [Speicherung von sauberer Energie her](#)<sup>41</sup>.

## Kernfusion

S T A R

Im Jahr 2017 stimmten die Schweizerinnen und Schweizer an der Urne dem Austritt aus der Kernkraft (durch Spaltung) bis spätestens 2050 zu. Der Bau von neuen oder die Änderung von bestehenden Kernkraftwerken ist verboten. Kernfusion ist eine saubere Alternative, die in der Schweiz keine wichtige Energietechnik zu sein scheint. Von den über 400 Mio. Franken, die in Verbindung mit der Energiestrategie 2050 vom Bund in F&E investiert wurden, wurden nur 25 Mio. Franken Projekten der [Kernfusion zugesprochen](#)<sup>9</sup>. Diese Technik wird in keinem der Forschungsberichte der [acht SCCER erwähnt](#)<sup>42</sup>.

Allerdings beteiligt sich die Schweiz an internationalen Forschungsprojekten auf dem Gebiet der [Kernfusion im europäischen Kontext](#)<sup>43</sup> und namentlich an ITER, einem der grössten internationalen Zusammenarbeitsprojekte, mit dem die Machbarkeit der Fusion als grossangelegte und kohlenstofffreie [Energiequelle nachgewiesen werden soll](#)<sup>44</sup>. Das [Swiss Plasma Center \(SPC\) der EPFL](#)<sup>45</sup> ist eines der weltweit führenden Fusionsforschungslabore und beteiligt sich aktiv am Aufbau und an der Entwicklung von ITER. Das TCV-Experiment (Tokamak à configuration variable) des SPC wird, zusammen mit zwei Experimenten in Deutschland und im Vereinigten Königreich, als europäische Roadmap für die Fusionsenergie betrachtet.

## Negativemissionstechnologien (NET)

S T A R

Die Abscheidung von Kohlendioxid ist eine weitere Lösung für die Senkung der Umweltemissionen und die Steigerung der Treibstoffeffizienz. Verschiedene sogenannte Negativemissionstechnologien ermöglichen dies. Das Schweizer Start-up Climeworks hat die weltweit erste kommerzielle Technik für die Abscheidung von Kohlendioxid entwickelt, welche das CO<sub>2</sub> mit künstlichen chemischen [Reaktionen aus der umgebenden Luft abscheidet](#)<sup>46</sup>. Sie verfügen über mehrere CO<sub>2</sub>-Abscheidungsanlagen in verschiedenen Ländern. Jene in Island beispielsweise speichert das CO<sub>2</sub> im Untergrund, [wo es reagiert und feste Stoffe bildet](#)<sup>47</sup>. Nach der Abscheidung bietet Climeworks auch weitere Verwendungen für das CO<sub>2</sub> an (Herstellung von Dünger oder von kohlenstoffhaltigen Getränken usw.). Ihre Technologie ist aber immer noch teuer und braucht viel Energie, weshalb ihre Anlagen nur Sinn machen, wenn sie mit erneuerbaren Energiequellen verbunden sind.

Die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz betont, dass die NET eine ergänzende Massnahme sein sollen, welche die Bemühungen zur Senkung der [Emissionen nicht ersetzen können](#)<sup>48</sup>. Diesbezüglich hat das Schweizer Parlament kürzlich beschlossen, dass die NET beurteilt und in der zukünftigen politischen [Schweizer Energiestrategie berücksichtigt werden müssen](#)<sup>49</sup>.

## Beteiligte Unternehmen

S T A R

Mehrere Unternehmen wurden bereits genannt und sind an der Entwicklung von Energielösungen, die in diesem Bericht erwähnt werden, beteiligt. Dazu gehören [Alacaes SA](#)<sup>50</sup>, [GRT Group SA](#)<sup>51</sup>, [Flumroc AG](#)<sup>52</sup>, [Leclanché SA](#)<sup>53</sup>, Arbon Energie<sup>54, 55</sup>, [DEPsyst](#)<sup>56</sup>, Romande Energie SA, [Swissgrid AG](#)<sup>57</sup>, [Imperix](#)<sup>27</sup>, [Misurio AG](#)<sup>28</sup>, [Adaptricity AG](#)<sup>29</sup>, [Batttrion AG](#)<sup>40</sup>, [Enairys Powertech](#)<sup>41</sup> und [Climeworks](#)<sup>58</sup>.

Der 2011 von 11 Schweizer Unternehmen gegründete Verein Smart Grid Schweiz zählt gegenwärtig [12 Mitglieder](#)<sup>59</sup>: AET – Azienda Elettrica Ticinese, AEW Energie AG, BKW, CKW – Central-schweizerische Kraftwerke AG, EWZ – Elektrizitätswerke der Stadt Zürich, EKZ – Elektrizitätswerke des Kanton Zürich, ewb – Energie Wasser Bern, Groupe E, IWB – Industrielle Werke Basel, Repower AG, Romande Energie SA, SIG.

Von den [100 Top-Start-ups des Jahres 2018](#)<sup>60</sup> arbeiten sechs im Bereich saubere Technologien. Beispiele sind: [Insolight SA](#)<sup>61</sup> (entwickelt Sonnenkollektoren mit Ertragsrekord), [H55 AG](#)<sup>62</sup> (elektrische Antriebslösungen), [GRZ Technologies AG](#)<sup>63</sup> (erneuerbare Energiespeicherlösungen) oder [Skypull SA](#)<sup>64</sup> (erneuerbare Windenergie mit einer angeleiteten Hybriddrohne).

In den letzten zehn Jahren wurden in der Schweiz 207 Start-ups für saubere Technologie gegründet, die weiter aktiv sind. 63 davon sind direkt in die [Entwicklung von sauberen Energielösungen involviert](#)<sup>65</sup>.

## Soziale Auswirkungen

Eines der acht SCCER fokussiert nicht nur auf Technologie, sondern auch auf die Bevölkerung und ihr Verhalten ([das Schweizer Forschungskompetenzzentrum für Energie, Gesellschaft und Transition CREST](#))<sup>66</sup>. Interdisziplinäre Forschungsteams (mit Ökonomen, Psychologinnen, Politologen und Rechtsgelehrten) gibt Empfehlungen für politische und unternehmerische Massnahmen zur Unterstützung der Energiewende ab. Sie untersuchen Anreizsysteme, gesellschaftliche Akzeptanz und Unternehmensverhalten. Sie erforschen, wie die Ausbreitung von effizienten Technologien und Verhaltensänderungen in privaten Haushalten gefördert werden können.

Über 5000 Schweizer Haushalte beteiligten sich an Umfragen von CREST zu den sozioökonomischen, psychologischen und soziologischen Aspekten für die optimale Unterstützung der Behörden und Unternehmen bei der Energiewende.

## Schlussfolgerungen

<b>Switzerland's Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F&amp;E</li> <li>• politisches Bewusstsein (strategische Pläne werden umgesetzt)</li> <li>• Kapazität der Wasserkraft</li> </ul>	<b>Switzerland's Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begrenzte klassische Ressourcen</li> <li>• begrenztes Gebiet</li> </ul>
<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung der Abhängigkeit von Importen</li> </ul>	<b>Gefahren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten der privaten Haushalte</li> <li>• Kernenergie wird in der politischen Strategie nicht berücksichtigt</li> </ul>

## Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen.assetdetail.7846597.html>
2. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/teilstatistiken.html>
3. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/medienmitteilungen/mm-test.msg-id-75492.html>
4. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energiestrategie-2050/was-ist-die-energiestrategie-2050.html>
5. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/forschung-und-cleantech/forschung-und-cleantech.html>
6. <https://www.2000watt.swiss/de/>
7. <https://www.2000watt.swiss/2000-watt-areale-finden.html>
8. <https://www.lematin.ch/suisse/suisse-romande/Adoption-d-une-nouvelle-loi-sur-lenergie/story/16884529>
9. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/>
10. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/forschung-und-cleantech/forschung-und-cleantech.html>
11. <https://www.innosuisse.ch/inno/de/home/thematische-programme/foerderprogramm-energie.html>
12. <https://esc.ethz.ch/research.html>
13. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/stromversorgung/stromnetze/smart-grids.html>
14. <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/38814.pdf>
15. <https://www.smartgrids-d-a-ch.eu/>
16. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-30400.html>
17. <https://smartgrid.epfl.ch/control/>
18. <https://smartgrid.epfl.ch/monitoring/>
19. <https://actu.epfl.ch/news/romande-energie-opens-a-smart-lab-on-epfl-s-campus/>
20. <https://smartgrid.epfl.ch/control/>
21. <https://smartgrid.epfl.ch/commelec-at-the-empa-nest/>
22. <http://www.smartgrid-schweiz.ch/index.asp?Language=DE&page=smartgrid-schweiz-home>
23. <https://www.smartgridready.ch/home>
24. <https://www.abb-kundenmagazin.ch/energietechnik/80-geringerer-stromverbrauch/>
25. <https://www.depsys.ch/loesungen/?lang=de>

26. <https://www.ee-news.ch/de/article/37401/grideye-macht-stromnetz-von-romande-energie-intelligent>
27. <https://imperix.ch/company>
28. <https://www.misurio.ch/>
29. <https://adaptricity.com/>
30. <https://www.engie.ch/de/news-entries/energieautarkes-mehrfamilienhaus/>
31. <https://hues-platform.github.io/>
32. <http://www.sccer-feebe.ch/research/holistic-urban-energy-simulation-hues-platform/>
33. [https://www.innosuisse.ch/dam/inno/de/dokumente/themenorientierte-programme/themenbericht-energie-fuer-die-zukunft.pdf.download.pdf/KTI\\_Themenheft\\_Energie\\_de\\_170817\\_Web.pdf](https://www.innosuisse.ch/dam/inno/de/dokumente/themenorientierte-programme/themenbericht-energie-fuer-die-zukunft.pdf.download.pdf/KTI_Themenheft_Energie_de_170817_Web.pdf)
34. <http://www.sccer-hae.ch/>
35. [http://www.sccer-hae.ch/resources/AnnualReport18/2019-03-22%20SCCER\\_2018\\_high\\_res.pdf](http://www.sccer-hae.ch/resources/AnnualReport18/2019-03-22%20SCCER_2018_high_res.pdf)
36. <http://grtgroup.noonicbeta.com/grt-group-and-epfl-create-the-worlds-first-formic-acid-based-fuel-cell-new-way-to-produce-renewable-energy/>
37. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2016/08/festkoerper-lithium-ionen-akku.html>
38. <https://dqmp.unige.ch/cerny/solid-state-electrolytes/>
39. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-74075.html>
40. <http://www.battrion.com/>
41. <http://www.enairys.com/en/>
42. [http://www.sccer-hae.ch/resources/AnnualReport18/2019-03-22%20SCCER\\_2018\\_high\\_res.pdf](http://www.sccer-hae.ch/resources/AnnualReport18/2019-03-22%20SCCER_2018_high_res.pdf)
43. <https://www.sbf.admin.ch/sbf/de/home/forschung-und-innovation/internationale-f-und-i-zusammenarbeit/internationale-forschungsorganisationen/iter.html>
44. <https://www.iter.org/proj/inafewlines>
45. <https://spc.epfl.ch/>
46. <https://www.climeworks.com/co2-removal/>
47. <https://www.climeworks.com/climeworks-and-carbfix2-the-worlds-first-carbon-removal-solution-through-direct-air-capture/>
48. [https://naturwissenschaften.ch/topics/climate/measures/climate\\_protection/106135-emissionen-rueckgaengig-machen-oder-die-sonneneinstrahlung-beeinflussen-ist-geoengineering-sinnvoll-ueberhaupt-machbar-und-wenn-ja-zu-welchem-preis-](https://naturwissenschaften.ch/topics/climate/measures/climate_protection/106135-emissionen-rueckgaengig-machen-oder-die-sonneneinstrahlung-beeinflussen-ist-geoengineering-sinnvoll-ueberhaupt-machbar-und-wenn-ja-zu-welchem-preis-)
49. <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20184211>
50. <https://alacaes.com/>
51. <https://grtgroup.swiss/>
52. <https://leuchtturm.flumroc.ch/leuchtturm/>
53. <https://www.leclanche.com/>
54. <https://www.arbonenergie.ch/>
55. <https://www.smart-energy.com/regional-news/europe-uk/arbon-energie-implements-intelligent-metering-and-smart-grid-solution/>
56. <https://www.depsys.ch/company/>
57. <https://www.swissgrid.ch/de/home/about-us/research-development.html>
58. <https://www.climeworks.com/about/>
59. <http://www.smartgrid-schweiz.ch/index.asp?Language=DE&page=smartgrid-schweiz-home>
60. [https://www.top100startup.ch/index.cfm?CFID=137629545&CFTOKEN=4bd31aa02fc44b1a-8D15605C-F181-EAAB-E92DA09E-189B4BC2&page=136340&branche\\_id=9&profilesEntry=1](https://www.top100startup.ch/index.cfm?CFID=137629545&CFTOKEN=4bd31aa02fc44b1a-8D15605C-F181-EAAB-E92DA09E-189B4BC2&page=136340&branche_id=9&profilesEntry=1)
61. <https://insolight.ch/>
62. <https://www.h55.ch/>
63. <https://www.grz-technologies.com/>
64. <https://www.skypull.technology/>
65. <https://www.cleantech-alps.com/de///index.php>
66. <https://www.sccer-crest.ch/>

# Energie

## Einführung

Die Welt steuert auf ein scheinbar unlösbares Paradox zu: Die Welt vor der Erderwärmung zu retten und gleichzeitig eine vernetzte, globalisierte und florierende Welt anzustreben, scheinen auf den ersten Blick Ziele zu sein, die nicht miteinander kompatibel sind. Wachsende Bevölkerungen und Wirtschaften, speziell in Schwellenländern, lassen die weltweite Energienachfrage ansteigen. Obwohl die Forschung der und Nutzung von erneuerbaren (grünen) Energien stetig ausgebaut wird, hängt die Welt mittelfristig weiter von fossilen Brennstoffen, Kohle und Gas ab. Als Folge der Globalisierung, des Bevölkerungswachstums und der Urbanisierung wird der Energiebedarf von Megastädten und urbanen Gebieten steigen. Neue Lebensstandards, die Verwendung von Computern, Mobiltelefonen und IoT-Geräten, die Digitalisierung aller Aspekte des Lebens und die Industrialisierung der Welt sind nicht rückgängig zu machen und werden sich weiter entwickeln. Die Suche nach einer Lösung für die effiziente Speicherung und Nutzung von erneuerbarer [Energie bleibt notwendig](#)<sup>1</sup>.



Strommix: Die Energieversorgung wird komplexer  
Quelle: IABG

Die Energieversorgung bleibt eines der dringendsten Probleme der Gegenwart und der Zukunft<sup>2</sup>. Sie betrifft alle Bereiche der Gesellschaft, der Wirtschaft und des Militärs. Die Entwicklung von Militärtechnologien hängt immer mehr von Elektrizität und Energie ab. Die Militarisierung des Cyber- und Informationsbereichs ist eines der markantesten Beispiele.

## HERAUSFORDERUNGEN DER ZUKÜNFTIGEN SICHERHEITSUMGEBUNG

### Abhängigkeit von produzierenden Nationen

Stellen Sie sich vor, es ist Winter, Sie drehen die Heizung auf aber Ihr Haus wird nicht wärmer. Wie Russland 2006 zeigte, kann die Energiepolitik ein einflussreiches Faustpfand sein. In der Zukunft wird die Ressourcenknappheit (z. B. seltene Erden) drastisch zunehmen. Einige Länder sind bereits auf den [Energieimport](#)<sup>3</sup> oder den Import von Ressourcen für die Energieproduktion angewiesen. Die Einfuhrländer sind in hohem Mass von den Ausfuhrländern, die Zugang zu den Ressourcen haben, abhängig. Dies kann zu einem Problem werden, wenn die Zusammenarbeit unterbrochen wird – beispielsweise infolge von politischen Spannungen. Da Abhängigkeiten eine Gefahr für die Sicherheit der Energieversorgung sind, nimmt die Verwundbarkeit von Einfuhrländern wie der Schweiz zu. Die Palette der politischen und militärischen Optionen eines Landes kann eingeschränkt werden, wenn einige Gegner aufgrund ihrer Wichtigkeit als Energielieferant unantastbar sind.

### Konflikte um Energiequellen

Das Konfliktpotenzial der Energiequellen nimmt in dem Mass zu, in dem ein Land von der importierten Energie abhängig ist. Speziell der Vertrieb von seltenen Ressourcen wird zukünftig ein schwieriges Thema sein<sup>4</sup>. Das Wissen der asymmetrischen und irregulären Streitkräfte wie Terrororganisationen und revolutionäre Kräfte um die Bedeutung der Energieversorgung, macht Kraftwerke und Ölfelder in [Konfliktgebieten verwundbarer<sup>5</sup>.](#)

### Infrastruktur in Megastädten

[Europa ist nicht auf Blackouts vorbereitet](#)<sup>6</sup>. Die Bevölkerung des europäischen Kontinents ist sich so sehr an ein einwandfrei funktionierendes Elektrizitätsnetz gewöhnt, dass sie es nicht für notwendig erachtet, sich auf den Fall eines Stromausfalls vorzubereiten. Während Argentinien und Uruguay während der [jüngsten grösseren Zwischenfälle](#)<sup>7</sup> vergleichsweise ruhig blieben, wäre eine Stadt (und Bankenzentrum) wie London oder Zürich nicht fähig, so gut mit einem Stromausfall umzugehen.

Die Globalisierung, die wirtschaftliche Entwicklung von der Landwirtschaft zur Industrie und schlussendlich zu den Dienstleistungen führte zur Bildung von Megastädten. Es wird erwartet, dass bis 2050 über zwei Drittel der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben<sup>8</sup>. Städte sind in stark von einer zuverlässigen Technologieversorgung ab-

hängig. Mit der Mobilität und Kommunikation, die immer mehr von der Elektrizität abhängen, hätte ein Blackout in einer (Mega)Stadt ernste Folgen. Es würde in grossen Teilen des öffentlichen Lebens zu Chaos und Panik führen. Spitäler und weitere wichtige Infrastrukturen könnten nur auf ihre Notsstromversorgung vertrauen, der öffentliche Verkehr wäre ausser Betrieb, Tanken wäre nicht möglich und die allgemeine Wasser- und Lebensmittelversorgung wäre unterbrochen. Das Bankwesen würde zusammenbrechen. Kettenreaktionen würden der Wirtschaft schaden und könnten zu langfristigen wirtschaftlichen Auswirkungen sowie grossen Aufständen führen. Der Frieden einer Stadt gründet auf ihrer Stromversorgung. Das Stromnetz ist folglich die kritischste Infrastruktur überhaupt.



Trafostation: Die hohe Energienachfrage macht Megastädte abhängig und verwundbar  
Source: IABG

Die Wichtigkeit einer ununterbrochenen Energieversorgung der urbanen Gebiete und Megastädte ist ein offenes Geheimnis. Dies macht die Verwundbarkeit von kritischen Infrastrukturen zum Hauptziel für Gegner. Besonders asymmetrische oder irreguläre Akteure können vergleichsweise günstige und wirksame Angriffe auf Stromnetze, Verteiler und Kontrollsysteme sondieren. Aufgrund der Digitalisierung und Vernetzung der Infrastrukturen ist es möglich – aber nicht notwendig –, kinetische Kräfte zu verwenden, um die Stromversorgung einer Stadt zu unterbrechen. Als Teil der Hybridkriegführung können nichtstaatliche Akteure wie Terrororganisationen mit Cyberangriffen die Störung der Energieversorgung einer Stadt orchestrieren. Die Verwendung von Dual-Use-Technologien (z. B. Drohen) stellt eine weitere Gefahr dar, speziell durch asymmetrische Akteure, die billige und öffentlich zugängliche (Dual-Use-)Technologien verwenden.

## Operationstechnik

Während des zweiten Weltkriegs verwendete die [Wehrmacht 2,75 Millionen Pferde](#)<sup>9</sup>. Sie waren das Rückgrat der Bewegung der deutschen Truppen. Statt teuren Treibstoff frassen sie Heu und Wasser. Die deutsche Propagandamaschine erwähnte dies nicht, weil es nicht in ihr Bild der modernen Kriegführung passte. Tatsache ist aber, dass die meisten Armeen seitdem für die Bewegung ihrer Truppen und Systeme auf fossile Brennstoffe angewiesen sind. In allen Kriegführungsbereichen (Land, Wasser, Luft, Weltraum, Information) ist Energie für den Erfolg der Operationen grundlegend. Die Energie ist – neben mehreren anderen Faktoren wie Wasser, Nahrung, sichere Stützpunkte – einer der wichtigsten Faktoren für das Überleben der Soldaten in Operationen. Sie wird für die Erzeugung von Kraftreserven für eine funktionierende Operationsbasis (z. B. Kommunikation mit dem Heimatland, Internetverbindung), für das Funktionieren von Geräten wie Navigationssystemen sowie für die medizinische Versorgung benötigt. Im Informationsbereich (einschliesslich Cyberabwehr) ist Energie besonders wichtig, denn ohne funktionierende Energieversorgung sind Computer und Laptops ausser Betrieb und folglich nutzlos. Die Soldaten benötigen diese Geräte aber für den Erfolg der Cyberoperationen. Andererseits könnte man argumentieren, dass Strommangel zu traditionelleren Kommunikationsweisen führen wird, für die Cyberangriffe keine Gefahr darstellen.

Auch wenn alle Bereiche auf Energie angewiesen sind, hat ihr Verlust unterschiedliche Folgen. Systeme an Land, im Wasser und in der Luft sind auf unterschiedliche Brennstoffe angewiesen, wodurch für jedes eine andere Lieferkette notwendig ist. Die Versorgung mit hochwertigem Brennstoff wird möglicherweise nicht in allen Operationsbereichen gewährleistet sein. Digitalisierte Kommunikationssysteme benötigen einen beständigen, ununterbrochenen Stromfluss, um richtig zu funktionieren. Die Interoperabilität mit Partnern bedingt zertifizierte Standards für den Austausch von Energieressourcen. Während fliegende Systeme eher auf Kerosin angewiesen sind, benötigt die Operations- und Kommunikationsbasis mehr Strom und Speicherkapazitäten. Landtruppen sind auf die Aufklärung durch die Luftunterstützung und kraftstoffbetriebene Landsysteme wie Panzer angewiesen. Aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeit aller Bereiche ist es schwer zu sagen, welcher am meisten von einem Energiemangel betroffen wäre. Die allumfassende Vernetzung des Militärsystems führt dazu, dass es mehr auf die konstante Energieversorgung angewiesen und als Ganzes verwundbarer ist. Während westliche staatliche Akteure für den Schutz ihrer Soldaten auf hochentwickelte und energieintensive Technologien setzen, könnte die Taktik von möglichen Gegnern weniger energieabhängig sein.

## Waffensysteme

Strahlenwaffen sind seit 1898 ein wichtiges Instrument der Science-Fiction-Literatur. In den 1960er Jahren wurde die Entwicklung dieser Waffensysteme vorangetrieben. Zukünftig werden diese Systeme eine echte Bedrohung mit grosser Zerstörungskraft<sup>10</sup> sein. Über die Jahre wurden mehrere Typen entwickelt. Beispiele sind Strahlenwaffen (Directed Energy Weapons DEW), Hochleistungs-Mikrowellenwaffen (HPM-Waffen) oder Hochenergie-Laserwaffen (HEL). Diese Waffen nutzen gebündelte Energie, einschliesslich Laser und Mikrowellen, und können für den Abschuss von Personen, Raketen und optischen Geräten verwendet werden. Sie sind fast sechsmal schneller als die Schallgeschwindigkeit und hochwirksam. Nichtsdestotrotz sind alle diese Waffen auf Energie angewiesen. Insbesondere die Strahlenwaffen und HEL benötigen eine zuverlässige und hohe Energieversorgung sowie grosse Energiespeicherkapazitäten. Die Entwicklung dieser Kapazitäten ist besonders für den Einbau in militärische Fluggeräte, Fahrzeuge oder Schiffe wichtig. Das nächste Jahrzehnt wird zeigen, dass die Hochleistungswaffen mit ihrer hohen

Geschwindigkeit und ihrer hochwirksamen operativen Fähigkeit überzeugen.

## AUSWIRKUNGEN AUF DAS MILITÄR

### Schutz von kritischen Infrastrukturen in Megastädten

Für den Schutz von kritischen Infrastrukturen in urbanen Gebieten sind landesweite Anstrengungen erforderlich. Das Militär muss mit anderen staatlichen Einrichtungen und privaten Akteuren zusammenarbeiten. Die verantwortlichen Stellen müssen abhängig von der Bedrohung und der Fähigkeiten der möglichen Gegner die Kompetenzen und Verantwortlichkeiten bestimmen. Die Resilienz der digitalisierten Systeme und intelligenten Netze müssen sichergestellt und regelmässig getestet werden. Die Kettenreaktionen eines Blackouts müssen beurteilt und minimiert werden, beispielsweise durch die Einführung von Back-up-Generatoren und Energiespeichern. Speziell in städtischen Gebieten liegt es in der Verantwortung der staatlichen Behörden, die Stromversorgung vor kinetischen und Cyberangriffen zu schützen.

Für den Fall eines erfolgreichen Angriffs auf die Energieversorgung einer Stadt müssen Notfall- und Kontrollpläne erarbeitet, umgesetzt und geübt werden. Die fortlaufende Urbanisierung ist eine grosse Herausforderung für die heutigen Sicherheitskonzepte. Die weitere Bildung von grossen urbanen Gebieten muss in die laufende Planung und Konzeptentwicklung integriert werden.

### Energieversorgung im Militär

Abgesehen von der Sicherheit der Energiesysteme im eigenen Land muss das Militär die bei Operationen eingesetzte Energie diversifizieren. Stützpunkte können nicht einzig auf fossile Brennstoffe setzen, sondern müssen auch Sonnenenergie, Windreserven und Generatoren nutzen. Um von externen Faktoren unabhängig zu sein, müssen die Stützpunkte energieeffizient und energiediversifiziert sein. Ein Beispiel dafür ist ein mobiles hybrides Solar-plus-Batteriesystem, das die Abhängigkeit von Dieselgeneratoren verringern könnte und den Bedarf an Dieselkonvois reduziert. Stützpunkteigene Energiespeichersysteme könnten zudem die Unabhängigkeit sicherstellen.

Diese Energiespeicherkapazitäten sind sowohl ausser- als auch innerhalb des Stützpunkts relevant. Neue Batteriesysteme ermöglichen zeitintensive Operationen ausserhalb des Stützpunkts und steigern die Resilienz. Diese Systeme sind heute aber schwer und gross, weshalb die Entwicklung von kompakten Lösungen entscheidend und die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern notwendig ist. Die Energiespeicherung ermöglicht zudem dezentralisierte Produktionsketten und die additive Fertigung. Mit 3D-Druckern können Soldaten Material und Ersatzteile produzieren. Zudem sind auch Hochleistungswaffen auf die Energieversorgung und die Entwicklung von Energiespeicherkapazitäten angewiesen.

## SCHLUSSFOLGERUNG<sup>11</sup>

Für die Abwehr von zukünftigen Bedrohungen ist es grundlegend, dass die Staaten neue Ressourcen und effiziente Methoden für die Energieerzeugung suchen und stabile Kooperationen bilden. Die Staaten müssen zudem in die Forschung investieren, um neue Formen für die Erzeugung und Speicherung von Energie zu finden. Die Energieversorgung wird von grosser Bedeutung sein. Die Zusammenarbeit des Militärs mit dem privaten Sektor ist wichtig, um die kritische Energieinfrastruktur zu sichern. Die Diversifizierung der Energiequellen ist notwendig, besonders auf den Operationsstützpunkten. Die Entwicklung von neuen Energiespeicherfähigkeiten verlängert die Ausdauer der Soldaten in den Operationen und steigert die Autonomie der Operationsstützpunkte. Neue Hochleistungswaffen werden in rasendem Tempo entwickelt und gewinnen im Krieg an Bedeutung.

## SWOT-ANALYSE für schweizer militärplaner

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stabile Beziehungen mit Exportpartnern</li> <li>• <a href="#">Energiestrategie 2050<sup>12</sup></a></li> <li>• <a href="#">Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen<sup>13</sup></a></li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Abhängigkeit vom Energieimport<sup>14</sup></a></li> <li>• politischer Druck auf Atomenergie</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomausstieg als Start für erneuerbare Energien</li> <li>• Zusammenarbeit mit technologisch fortgeschrittenen zivilen Unternehmen (Anpassung von Energieinnovationen)</li> </ul>	<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybridangriffe von staatlichen Akteuren</li> <li>• Verwundbarkeit von städtischen Gebieten als Ziele von Terrororganisationen</li> <li>• <a href="#">Cyberangriffe auf das Stromnetz<sup>15</sup></a></li> </ul>

**Links die im Artikel erwähnt wurden:**

1. Weltwirtschaftsforum (2019): These are the 4 most likely scenarios for the future of energy. Online: <https://www.weforum.org/agenda/2019/05/chart-of-the-day-here-are-4-future-energy-scenarios-and-only-2-look-remotely-sustainable/> (letzter Download 18.06.2019))
2. Siehe articles in "Science-Fiction" and "Zukunftstrends" in "Energie" chapter of this Publikation
3. <https://www.spiegel.de/wirtschaft/energiestreit-russland-dreht-georgien-das-gas-ab-a-456254.html>
4. Siehe «Zukunftstrends» in «Energie» chapter of this Publikation: Two-thirds of the global supply of cobalt today are from the Democratic Republic of the Congo, while the majority of batteries — 65% by 2021 — are, and will be, manufactured in China, which is investing heavily to diversify the mix of battery materials.
5. <https://www.theguardian.com/world/2014/nov/19/-sp-islamic-state-oil-empire-iraq-isis>
6. <https://bnn.de/nachrichten/blick-in-die-welt/blackout-experte-warnt-vor-stromausfall>
7. <https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2019-06/blackout-argentinien-uruguay-stromausfall-mauricio-macri>
8. Siehe «Zukunftstrends» in «Mobilität» chapter of this Publikation
9. <https://www.welt.de/geschichte/zweiter-weltkrieg/article159718383/Sie-waren-die-wichtigsten-Helfer-der-Wehrmacht.html>
10. Air Power Australia (2014): High Energie Laser Directed Energie Weapons. Online under: <http://www.ausairpower.net/APA-DEW-HEL-Analysis.html> (last downloaded 27.06.2019)
11. <https://www.cilip.de/2003/08/29/militaerische-assistenzdienste-die-schweizer-armee-hilft-im-inland-aus/>  
<https://www.vtg.admin.ch/de/aktuell/einsaetze-und-operationen.html>  
<https://www.vtg.admin.ch/de/aktuell/einsaetze-und-operationen.html>  
<https://www.gsoa.ch/armee-einsaetze-im-inland/>  
<https://www.aargauerzeitung.ch/schweiz/wann-genau-kommt-die-schweizer-armee-zum-einsatz-129733962>  
<https://www.20min.ch/schweiz/news/story/In-diesen-Notfaellen-rueckt-die-Schweizer-Armee-aus-16770695?httpredirect>  
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energiestrategie-2050.html>
12. <https://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/ski.html>
13. [https://www.sta-network.ch/wp-content/uploads/2016/07/Referat\\_Oberst\\_F\\_Huber\\_Schutz\\_kritischer\\_Infrastrukturen.pdf](https://www.sta-network.ch/wp-content/uploads/2016/07/Referat_Oberst_F_Huber_Schutz_kritischer_Infrastrukturen.pdf)
14. <https://www.tagesanzeiger.ch/schweiz/standard/Die-Schweiz-importiert-jedes-Jahr-nobrfuer-13-Milliardennobr-Franken-Energie-/story/25368868>
15. <https://www.vtg.admin.ch/de/aktuell/themen/cyberdefence.html#bedrohung>

# URBANITÄT

## Mobilität

Fahrer vs. autonome Fahrzeuge; Benzin vs. Elektrizität; Boden vs. Luft – dies sind nur einige der Gegensätze, die einem in den Sinn kommen, wenn man an Mobilität denkt. Mobilität betrifft aber nicht nur Güter und Menschen, sondern auch die Information, die in noch nie dagewesener Geschwindigkeit fließt, wobei die Digitalisierung die heimliche Überschreitung von physischen Grenzen ermöglicht. Werden sich diese neuen Möglichkeiten vereinen und unsere klassischen (und verlässlichen?) logistischen Modelle infrage stellen? Die Antworten werden sich ergeben, wenn wir uns die richtigen Fragen stellen und uns aus unserer gegenwärtigen Komfortzone herausbegeben. Immobilität und Schwerfälligkeit sind lange tot – willkommen in einer Welt der Geschwindigkeit und Agilität, in der die Dimensionen interagieren und getrennte Bereiche sich vernetzen!

## Eine beunruhigende (Im)Mobilität

### Von den fliegenden zu den selbstfahrenden Autos

Wer hat noch nie davon geträumt, in einem fliegenden Auto zu sitzen? Von den merkwürdigen Autos auf den Titelseiten der amerikanischen Pulps der 1950er-Jahre bis zum DeLorean DMC-2 aus dem Film Zurück in die Zukunft II (Robert Zemeckis, 1989) nährte das fliegende Auto die Sehnsüchte mehrerer Generationen. So sehr sogar, dass dieses Motiv, vielleicht wider Willen, zum Sinnbild einer strahlenden Zukunft geworden zu sein scheint. Es ist anzumerken, dass diese gleiche Zukunft nur als enttäuschend wahrgenommen werden kann, da bis heute kein einziges fliegendes Auto, abgesehen von einigen experimentellen Prototypen, in unserem allerdings mit Flugzeugen überfüllten Himmel kreuzt. Statt mit der Hoffnung in den Himmel zu schauen, ein fliegendes Auto zu erblicken, erinnern wir uns indessen daran, dass es die Aufgabe der Science-Fiction ist, Universen mit einem futuristischen Erscheinungsbild zu erschaffen: Science-Fiction-Geschichten müssen so tun als ob die abgebildete Zukunft vorstellbar wäre. Dieses Vorgehen ist aber eine Illusion, eine Fata Morgana: es dient der Plausibilität des erzählerischen Universums – eine zukünftige Welt muss über ihren Anteil an noch nie dagewesenen Technologien verfügen – und nicht der Vorausschau auf unsere Zukunft. Konkreter gesagt können mindestens zwei Gründe für das Bedürfnis, eine fiktionale Welt mit fliegenden Autos zu bevölkern, aufgezählt werden: der erste, bei weitem uninteressanteste, ist gerade dieses Verlangen nach «Futuristik», nach der Schaffung einer Kulisse, die beim Lesen den Eindruck hervorruft, dass man sich in einem zukünftigen Zustand der Welt befindet. In diesem Sinn sind die fliegenden Autos – wie die Laserpistolen, Raumschiffe und zahlreichen wunderlichen Gadgets mit seltsamen Namen – ein semiotischer Antrieb für die Loslösung des Science-Fiction-Universums von der empirischen Welt. Der zweite Grund seinerseits interessiert uns mehr: das fliegende Auto – und die futuristischen Transportmittel – kann auch eine Metapher sein, die etwas anderes als ein Transportmittel heraufbeschwört. Das Zeichen einer anderen Realität, die in einem einfach verständlichen Motiv kondensiert, erdacht wird. Mit anderen Worten weist die Metapher des fliegenden Autos analog auf etwas unserer Welt hin, indem es dessen losgelöstes Wahrzeichen ist. Hier öffnet sich uns ein grosser Interpretationshorizont, wie wir dies in den vorangegangenen Texten über die Monsterstädte und die Energieknappheit gesehen haben.

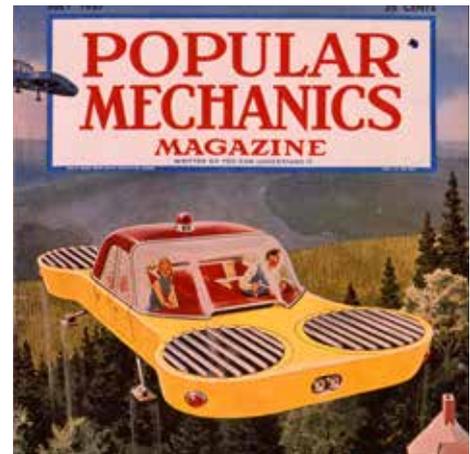


Das fliegende Auto symbolisiert in erster Linie den menschlichen Ehrgeiz, alle Dimensionen des Universums zu erobern, sich nicht von Einschränkungen aufhalten zu lassen. Einschränkungen, die vom menschlichen Genie als zu überwindende Hindernisse betrachtet werden. Ist dies übrigens nicht einer der zentralen Werte, die die technologische Innovation seit Anfang des 19. Jahrhunderts antreiben? Hindernisse überwinden? Die Grenzen des Wissens hinausrücken? Sich von äusseren Banalitäten nicht einschliessen lassen? Gemäss dieser Perspektive wäre das fliegende Auto das – textliche oder auf Film eingravierte – Zeichen unseres unausgesetzten Willens, über unser Menschsein hinauszuwachsen, immer höher, schneller, weiter zu kommen. Allerdings metaphorisiert die Science-Fiction unsere technowissenschaftlichen Utopien nicht, um sie zu verherrlichen, sondern um anschaulich auf eine der Konsequenzen hinzuweisen: Utopie reimt sich mit Masslosigkeit, von den alten Griechen Hybris genannt, die in zahlreichen Erzählungen mit der Figur des verrückten Wissenschaftlers in Verbindung gebracht wird, dem Gelehrten, der es ablehnt, an dem ihm zugewiesenen Platz zu bleiben. Das fliegende Auto, wie auch seit kurzem das selbstfahrende Auto, erzeugt Probleme: die Staus sind noch katastrophaler, die Welt ist nicht nur am Boden überlastet, sondern auch in der Luft. Das erkennen wir beispielsweise in Das fünfte Element (Luc Besson, 1997), wo die menschliche Masslosigkeit die Wirklichkeit sättigt, indem sie sie entstellt und beim Zuschauer ein schwindelerregendes Unbehagen hervorruft: es hat überall Autos, die Welt ist zu einer riesigen Verkehrsader geworden, es gibt keinen Raum für Freiheit mehr, keinen Ort, den man bewundern kann. Nur noch Menschen, Menschen, Menschen. Dieses unerquickliche Gefühl wiederholt in den Worten des Physikers Werner Heisenberg, der in der technologischen Entwicklung das Zeichen eines unbewussten Willens des Menschen sah, von seinen eigenen Schöpfungen umgeben zu sein; das heisst von ihm selber. Diese Allgegenwart des Menschen in allen Spalten der Wirklichkeit ist es übrigens, die Heisenberg veranlasste zu sagen, dass die Wissenschaft – heute würden wir sagen die Wissenschaftstechnik – wie ein ruderloses Boot ist, ein Boot das vorankommt und alles verseucht, ohne zu wissen warum.

Aber das ist noch nicht alles. Das fliegende Auto und seine zeitgenössischen Avatare können auch auf besonders harte Weise das Paradox der Mobilität metaphorisieren: es funktioniert so als Symbol einer Gesellschaft, die «Vollgas» lebt und sich der eigenen Inkohärenz gegenüberfindet. Denn wir wissen es: die liberale und auch die digitale Welt sind Welten, die auf der Geschwindigkeit aufgebaut sind, auf der Suche nach der triebhaften Augenblicklichkeit. Es muss schnell gehen, man muss mobil sein, überall gleichzeitig, der Zeit die – manchmal tragische – Zähigkeit wegnehmen, die sie in früheren Jahrhunderten haben konnte. Und in Anbetracht dessen, dass die Allgegenwart noch nicht zu unseren Fähigkeiten gehört, ermöglicht nur die Entwicklung der Transportmittel, den Raum und die Zeit zu verkürzen, keine Minute, keinen Zentimeter zu verlieren – wobei gleichzeitig der Komfort des persönlichen Fahrzeugs bewahrt wird. Die Umweltprobleme haben dieses Paradox allerdings noch offenkundiger gemacht. Wie mobil sein, ohne im gleichen Zug die Umwelt zu verschmutzen? Wie umweltverträglich sein, wenn der individuelle Komfort vor den kollektiven Aktionen (Mitfahrgelegenheiten, öffentliche Verkehrsmittel usw.) Vorrang hat, die Sättigung des Verkehrs und die Hypertrophie der städtischen Netze bewirkend? Gemäss dieser Sichtweise – die von den Science-Fiction-Autoren nach Lust und Laune ausgelebt wird, namentlich im Film *Minority Report* (Steven Spielberg, 2002) – würden die futuristischen Transportmittel der Science-Fiction versuchen, zugleich für die Notwendigkeit, schnell zu sein und die Folgen dieser Notwendigkeit zu sensibilisieren: die Katastrophenfilme beispielsweise kommen nicht mehr ohne zu Gemeinplätzen gewordene Folgefilme aus, wo die Individuen, zu den Stosszeiten in ihren Metallgehäusen gefangen, ohnmächtig und fasziniert zusehen, wie ein Tsunami über sie hinwegfegt (wie im Film *The Day after Tomorrow* von Roland Emmerich aus dem Jahr 2004). Ein Wasser- oder Eistsunami, dessen Ursache in der Handlung von Einzelnen zu finden ist, die sich wenig um das Geschick ihres Ökosystems kümmern. Was die postapokalyptischen Erzählungen angeht, in denen der Raum seine Unermesslichkeit wiedergewonnen hat und die Zeit sich auf einmal in die Länge zieht, ist es wenig erstaunlich, dass die Autos am Strassenrand stehengelassen werden und dem Verfall geweiht auf ihr Symbol als Sarg verweisen – nicht nur des Menschen, sondern auch der Natur. Eine solche Sachlage wird im Roman *Die Strasse* (Cormac McCarthy, 2006) besonders gelungen beleuchtet: die Welt ist vollständig zerstört, die Autos sind schiffbrüchige Wracks auf den Ruinen der Zivilisation und der verstörte Mensch versucht, seine Identität über den Dialog – folglich über die Formulierung von Äusserungen – neu zu erschaffen. Dies in einer Welt, wo alles gefährlich ist und wo der zu überwindende Raum, aber auch der Raum für Worte, nicht mehr missachtet werden kann, reduziert auf einen Nährboden, wo Information ausgetauscht wird. Die beiden Protagonisten in *Die Strasse* entdecken mühselig neu, dass der Raum zuallererst ein Raum ist, wo die Existenz sich entfaltet und kein Ort, der «konsumiert» oder «optimiert» wird.

## SCHLUSSFOLGERUNG

Die Fragen zur Mobilität stehen im Zentrum von zahlreichen gesellschaftlichen Debatten, da sie die durch unser tägliches Handeln angenommene Form ebenso betreffen wie der Individualismus und der Umweltschutz. Sollen wir weiter eine globale und folglich liberale Mobilität privilegieren oder sollen wir uns einer regionalen Mobilität – aber zu welchem Preis? – annähern? Sollen wir weiter für unseren eigenen persönlichen Komfort den solipsistischen Transport nutzen oder uns dem öV annähern? Sollen wir unseren Ferien auf einer paradisischen Insel nachtrauern oder lernen, mit Freude die sich um uns entfaltende Umwelt zu betrachten? Dies sind nur einige der vielen Fragen der zivilisatorischen Wahl. Die viel bescheidenere Science-Fiction aber zielt nicht darauf ab, sie zu beantworten, sondern sie will aufzeigen, was uns an diesen Fragen stört. Denn konfrontieren uns die Erzählungen nicht mit unseren eigenen Paradoxen? Wir wollen Komfort, sind aber gleichzeitig für eine Lebensart, die am Ende nur auslöschen kann, was wir anstreben. Wir wollen eine Zukunft für unsere Kinder, während wir nicht fähig sind, uns von dieser Droge zu lösen, die vom fliegenden, selbstfahrenden, persönlichen Auto symbolisiert wird. Macht uns das Auto so abhängig, dass wir unfähig sind, darauf zu verzichten? Die Science-Fiction stellt die Frage anders: sind wir mit der Droge der privaten Transportmittel oder dessen, was sie darstellen, vollgepumpt – das heisst voll von endlich erlangter Freiheit, Komfort, Unabhängigkeit? Dies ist vielleicht der Moment, wo sich das Auto in einen Sarg verwandelt: es verschliesst uns in unserer Unmöglichkeit, der Welt und Andern zu bezeugen.



## Für die intelligenten, vernetzten Megastädte der Zukunft die Mobilität unserer Städte neu erfinden



Bild: Ein Wohnkomplex in Yanjiao, ungefähr eine Stunde vom Stadtzentrum von Peking entfernt. Foto: Sim Chi Yin, New York Times

Heute gibt es weltweit [33 Megastädte](#)<sup>1</sup> mit 10 Millionen Menschen oder mehr. Sie bieten eine Fülle an Investitions-, Bildungs- und Arbeitsmöglichkeiten, sehen sich aber auch wachsenden Problemen wie Überbevölkerung, Verkehrsstauung, Luftverschmutzung und Einkommensungleichheit gegenüber.

Aktuell lebt die Hälfte der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten – bis 2050 werden es [zwei Drittel](#)<sup>2</sup> sein. 70 % dieser Zunahme wird in den 10 Zentren der aufstrebenden Welt passieren: Delhi, Dhaka, Kinshasa, Shanghai, Lagos, Kairo, Chongqing, Karachi, Peking und Mumbai.

Wie werden unsere Städte das Verkehrssystem verbessern, damit es mit diesem schnellen Bevölkerungswachstum mithalten kann? Welche technischen Innovationen werden uns helfen, die Mobilität in den Städten funktionaler und nachhaltiger zu gestalten, sodass die Städte schlussendlich lebenswerter sind?

Dieser Artikel konzentriert sich auf die wichtigsten Trends und Technologien im Bereich Mobilität, die von Unternehmen und Städten in ganz Asien, Nordamerika und im Nahen Osten eingeführt und reguliert werden, und gibt einen Einblick auf eine designgeprägte Zukunft – die den urbanen Raum neu erfindet und Technologien wie digitale 3D-Karten, Hightech-Kameras und -Sensoren, Datentransparenz, künstliche Intelligenz und Robotik verwendet, um die Mobilität in unseren Städten einfacher, schneller und effizienter zu machen.

## Autonome und vernetzte Mobilität: vom Fahrer zum Mitfahrer

Es wird erwartet, dass 2030 jedes vierte Auto auf der Strasse selber fährt. Aber welche Städte führen das weltweite Rennen an, um die aktuelle Automobilindustrie mit einer sichereren und effizienteren Lösung für die Fahrt von A nach B zu ersetzen?

In den Vereinigten Arabischen Emiraten startete die lokale Verkehrsbehörde von **Dubai** kürzlich die weltweit ersten Tests von autonomen, modularen und elektrischen [Pods](#)<sup>3</sup> mit Einheiten für das Zurücklegen von kurzen Strecken im Stadtgebiet in eigenen Fahrbahnen. Dies ist Teil ihrer umfassenderen Strategie, in den nächsten 12 Jahren 25 % aller Fahrten in Dubai autonom zu machen. Die Pods können auch in weniger als 15 Sekunden gekoppelt oder getrennt werden und läuten so die nächste Phase der Zukunft der Mitfahrgelegenheiten in unseren Städten ein. In den ersten Jahren fahren sie auf vorprogrammierten Strecken, aber schlussendlich werden die Pods für das Abholen zuhause mittels einer App verfügbar sein..



Foto von RTA, Dubai

## Lastwagenfahrer: vom Mensch zur KI

Es ist wahrscheinlich, dass mit autonomen Fernfahrten für den Transport von Lebensmitteln und Waren Lücken der ständig wachsenden Nachfrage gefüllt werden können. Die städtische Verdichtung führt zu steigenden Kosten der Warenlagerung in städtischen Warenhäusern, weshalb wir in Zukunft auf die verhältnismässig schnelle Lieferung über längere Strecken setzen werden. 2018 wurden [in den Vereinigten Staaten autonome Lastwagen bewilligt](#)<sup>4</sup>. Die erste Vermarktung wird innerhalb der nächsten zwei Jahre prognostiziert und die vollständige Automatisierung [innerhalb der nächsten 7–20 Jahre](#)<sup>5</sup> erwartet.

Mit Kostensenkungen von bis zu 40 % bewies die KI-Lieferung auf Langstrecken, dass der Kraftstoffverbrauch mit steigender Effizienz der Routenwahl und «Platooning» – eine Karawane mit vielen Fahrzeugen, um über lange Strecken die Bewegung zu vereinheitlichen und den Luftwiderstand zu reduzieren – um 15 % gesenkt werden konnte. Volvo setzt seit 2016 in einer Diamantmine in Schweden einen [selbstfahrenden Konzeptlastwagen](#)<sup>6</sup> ein. Im gleichen Jahr absolvierte ein autonomer Konvoi eine [Fahrt durch Europa](#)<sup>7</sup>.

## Innovation und Regulierung: autonome Fahrzeuge in den USA

In den **USA** arbeiten Technologieunternehmen mit der Regierung zusammen, um Vorschriften zu schaffen, die die Innovation und Sicherheit fördern und gleichzeitig das Testen von autonomen Fahrzeugen ohne [Sicherheitsfahrer](#)<sup>8</sup> in Arizona, Nevada und Kalifornien erlauben.

In **Arizona** wurde kürzlich, das Institute for Automated Mobility (IAM), ein Braintrust bestehend aus Unternehmen, Regierung und Universitäten gegründet, um gemeinsam am Test der autonomen Fahrzeuge im Staat zu arbeiten. Es wird erwartet, dass die Industrie aufgrund der wachsenden Lebensmittellieferungen und Ride-Hailing-Branche bis 2026 auf bis zu USD 400 Mia. [wachsen wird](#)<sup>9</sup>. Dadurch wird es auch für die privaten und öffentlichen Sektoren immer wichtiger, mitzuwirken, um die Marktnachfrage der nächsten 10 Jahre in den USA zu befriedigen.

Die Prognosen weisen dabei darauf hin, dass aufgrund des automatisierten Güterverkehrs in den USA zwischen [294 000 und 2,1 Millionen](#)<sup>10</sup> Stellen abgebaut werden, wobei Fernfahrer als erste betroffen sind.

## Innovation und Regulierung: autonome Fahrzeuge in China

In **China** geschieht die Verstärkerung in einer noch nie dagewesenen Geschwindigkeit. Es wird erwartet, dass 2030 eine Milliarde Chinesen in Städten wohnen. Bis dann werden die chinesischen Städte zusammen mehr Einwohner haben als die gesamte Bevölkerung der USA. Die Regierung bereitet sich auf die Belastungen der Infrastruktur und der Umwelt vor, indem sie die Verwendung von privaten Autos einschränkt und [Metrosysteme](#)<sup>11</sup> und Hochgeschwindigkeitszugsverbindungen baut.

China griff zudem den Sektor der autonomen Fahrzeuge in seinem Plan [Made in China 2025](#)<sup>12</sup> auf, mit dem das Land

aufgewertet werden soll. Peking deutet an, dass die fahrerlose Technik die Transportkosten um 20 Cents pro Meile, den Besitz von Autos und den Kohlenstoffausstoss in Städten, die bereits unter schlechter Luftqualität leiden, senken wird. Dieser Zug zeigt, dass China zusammen mit einem starken technologischen Ökosystem gestützt von den globalen Riesen Tencent, Alibaba und Baidu einen guten Startplatz für das Rennen um die Schaffung einer fahrerlosen Zukunft hat.

### Der Himmel wird zur Fahrbahn

Mit dem immer überfüllteren urbanen Raum richten die Technologieunternehmen ihren Blick gen Himmel, um die Mobilitätsprobleme der Zukunft zu lösen.



Foto von Volocopter

In **Singapur** werden ab Ende 2019 die zukünftigen Lufttaxis [getestet](#)<sup>13</sup>. Der Volocopter ist eine menschengrosse Drohne mit 18 Rotoren und einer Flugzeit von 30 Minuten, die eine neue Transportvariante für zukünftige städtische Pendler schafft. Obwohl die Technologie für den Test bereit ist, muss das Unternehmen noch regulatorische Hürden umschiffen und die Regierungen auf den neuesten Stand der Technik bringen, bevor sie in ungefähr fünf Jahren bereit für den Markt ist.

### Der Antrieb der Autonomie: die Karten der Zukunft

Autonome Fahrzeuge benötigen grosse Mengen an Daten – [1 GB pro Sekunde](#)<sup>14</sup> – um sicher auf der Strasse unterwegs zu sein. Für maximale Effizienz erfordern die autonomen Fahrzeuge ein lückenloses Kommunikationssystem für das Teilen ihres Standorts und Ziels, das von allen anderen Fahrern auf der Strasse – Robotern und Menschen – verstanden wird.

Solche Kartenerstellungen in Echtzeit, bei der die menschliche Bewegung in dichter Umgebung live verfolgt wird, beschwört das Schreckgespenst der Überwachung durch den eigenen Staat und für Spionage herauf. Heuer gelang es der New York Times, [den Standort ihres Bürgermeisters](#)<sup>15</sup> und jener von mehreren Angestellten von Atomkraftwerken aufzuspüren, indem sie die Daten einer Wetterapp sammelten, die diese bereitwillig auf ihrem Telefon installiert hatten. Die Journalisten konnten gestützt auf andere ortsbezogene Aktivitäten «kompromittierende» Daten beziehen.

Die Mobilität der Zukunft in intelligenten Städten ist von Natur aus mit dem Bedarf nach Standortdaten verknüpft: Aufgrund der Notwendigkeit von Standortdaten in unseren GPS-Systemen werden die Städte ein Gleichgewicht zwischen Privatsphäre und Sicherheitsinteressen finden müssen. Es ist abzusehen, dass die Karten weniger von den Menschen benutzt werden. Bereits heute sehen wir eine Zunahme des «Input-Output»-Navigationsmodells, bei dem ein Telefon gefragt wird, wie man irgendwo hinkommt und den Anweisungen folgt.

### Elektrizität in Bewegung: Batterien und die Mobilität der Zukunft

Heute verwendet der Verkehrssektor mehr Erdöl, Benzin und Öl als alle anderen Nutzer. Mit der Bewegung des globalen Energiemix in Richtung sauberere, lokal produzierte Alternativen wird auch der Verkehrsbereich radikal verwandelt werden. Paris, London, Mexiko-Stadt, Los Angeles und 13 andere Städte haben sich zur Einführung von sauberen öV-Flotten bis 2025 verpflichtet und bis 2030 könnten in Westeuropa zwischen 1 bis 3 Millionen öffentliche Ladestationen für Elektrofahrzeuge (EV) benötigt werden.

Laut einer [Bloomberg-Analyse](#)<sup>16</sup> werden die Elektroautos 2025 den Kosten von Benzinfahrzeugen entsprechen und 2040 bis zu 33 % der Fahrzeuge ausmachen. Wenn wie von der Internationalen Organisation für erneuerbare Energien (IRENA) vorausgesagt bis 2050 eine Milliarde Elektrofahrzeuge auf den Strassen fahren, könnte ihr Energieverbrauch über 10 % des heutigen weltweiten Strombedarfs entsprechen. Diese Energie ist zwar sauberer, sie muss aber auch im Überfluss zugänglich sein.



Siemens/Eviation Fluggerät

China zeichnet sich bei der Einführung von elektronischen Fahrzeugen als Vorreiter ab, hauptsächlich durch die elektronischen Busse, die mehr Personen effizienter transportieren als persönliche Fahrzeuge. China verkündete 2019, dass es neuen Automobilunternehmen, die Autos für die Verwendung mit fossilen Brennstoffen bauen, keine Bewilligungen mehr erteilen wird. Es schränkt zudem den Privatbesitz solcher Fahrzeuge ein.

Neue Technologien führen auch zu neuen Ideen und Ansätzen. In Japan wird die Möglichkeit von Elektrofahrzeugen als mobile Batterien geprüft, wodurch sie Teil des Notfallnetzes werden könnten. Im Fall eines Erdbebens oder anderer Naturkatastrophen könnten die Gemeinschaften Strom aus ihren Fahrzeugen beziehen, als wären diese elektrische Generatoren.

Der südkoreanische Fahrzeughersteller [Hyundai](#)<sup>17</sup> plant bis 2025 die Kommerzialisierung eines «autonomen Valet-Dienstes», um das Problem von überfüllten Ladestationen zu lösen. Wie die Parkplätze sind die Ladestationen beschränkt. Die Besitzer parkieren und laden ihr Auto, während sie ihren Geschäften nachgehen, und besetzen den Platz länger als vorgesehen. Die Elektrofahrzeuglösung von Hyundai besteht in selbstfahrenden Autos, die erkennen, wenn sie geladen sind, sich abkuppeln und selbständig wegfahren, um den Platz für ein anderes Fahrzeug freizumachen.



Siemens/Eviation Fluggerät

Einigen Batterien könnten Flügel wachsen. Siemens und das israelische Start-up Eviation planen bis 2021 die Einführung eines elektrischen Linienflugzeugs für neun Passagiere in den USA. Ein Nebeneffekt des Elektroflugzeugs könnte ein Anstieg der Kurzstreckenflüge sein: Die heutigen Triebwerke verbrennen beim Start am meisten Brennstoff, wodurch längere Strecken kosteneffizienter sind. Durch die Verlagerung zu elektrischen Triebwerken könnten diese Flotten die Flugreise sogar für lokale Strecken erschwinglich machen.

Rolls Royce, Boeing und Airbus entwickeln alle hybride Flugzeugtriebwerke. Die **britische** Fluggesellschaft EasyJet ist auf der Suche nach einem 100 % elektrischen Flugzeug für alle Flüge unter 300 Meilen bis 2030 und **Norwegen** fordert, dass die Inlandflüge bis 2040 zu [100 % elektrisch sind](#)<sup>18</sup>.

Gebremst wird diese Entwicklung heute vom Gewicht der Batterien: Fortschritte in der Miniaturisierung der Batterien mit grösserer Kapazität oder die Verringerung ihres Gewichts könnten eine breitere Einführung von Elektroflugzeugen beschleunigen. Uber Technologies setzt darauf, dass die Gewichtseinsparung genügend schnell fortschreitet, um für 2023 mit der Einführung eines Lufttaxidienstes mit Elektromotor zu werben. Das Unternehmen wurde bereits als Berater der [NASA](#)<sup>19</sup> verpflichtet, um sie bei ihren Bemühungen zu unterstützen, den Luftverkehr in den USA in der kommenden Ära der elektrischen Fluggeräte im Luftraum zu regeln.

### Neuorganisation unseres Verkehrssystems: zurück zur Bahn

Heute, da sich die U-Bahnen überall in den USA alternder Infrastruktur und dem steigenden Bedürfnis, den Anforderungen einer wachsenden Bevölkerung zu begegnen, gegenüber sehen, entwickeln einige Städte Inkubatorprogramme, um Lösungen für die Zukunft zu finden. In **New York** brachte das alternde U-Bahn- und Bussystem die Metropolitan Transportation Authority (MTA) dazu, sich für Lösungen an Technologiefirmen zu wenden. Sie gründete das erste [Transit Tech Lab](#)<sup>20</sup> des Landes, ein Inkubator-Accelerator-Programm für Start-ups, die sich den Herausforderungen des öffentlichen Verkehrs widmen.

Sie versuchen, eine Lösung für die beiden grössten Herausforderungen des grössten öV-Systems des Landes zu finden, das unter steigender Überlastung und Pannen leidet: Wie können die Folgen von U-Bahnvorfällen besser vorweggenommen werden und wie kann sichergestellt werden, dass die Busse schneller und effizienter fahren? Die MTA glaubt, dass diese Herausforderung technische Möglichkeiten für die Verkehrsverbesserung hervorbringen wird, wie Ultrabreitband-WLAN, eingebaute Sensoren und Kameras sowie unbemannte Installationssysteme für die Überwachung der U-Bahntunnel. Ein weiteres Ziel ist die Erfindung von KI-Lösungen, die Big Data nutzen, um historische U-Bahndaten zu analysieren und Muster zu finden, die für die Vorhersage von zukünftigen Störungen genutzt werden können.

In **China** besteht eine der grössten Herausforderungen der Stadtplaner darin, den Anforderungen einer wachsenden Bevölkerung im engen Raum der bestehenden Städte nachzukommen. Deshalb gehen sie in den Untergrund und bauen Netzwerke für eine Hochgeschwindigkeitsmetro. In den nächsten zehn Jahren werden fast ebenso viele Kilometer Bahngleise gebaut wie in den letzten 150 Jahren – eine Revolution. Obwohl diese Technik nicht neu ist, markiert sie eine Tendenz der Mobilität in der nahen Zukunft in einigen unserer Megastädte: im Untergrund und elektrisch.

In Kalifornien steckt die «Boring Company» des Unternehmers Elon Musk Investitionen und Energie in den Hyperloop, einen Kapselzug der sich mit Luftdruck und Gleitmechanismen fortbewegt und theoretische Geschwindigkeiten von bis zu 1223 km/h erreicht (der aktuelle Rekord beträgt allerdings 418 km/h). Die aktuell geplanten Strecken für Hyperloop-Verbindungen sind Los Angeles–San Francisco in den Vereinigten Staaten, Chennai–Bengaluru in Indien und Helsinki–Stockholm, eine Reise von nur 30 Minuten im Tunnel unter der Ostsee. Die erste europäische Teststrecke wird [2019 im Wallis](#)<sup>21</sup> in Betrieb genommen.

### Zurück auf die Strasse

In den städtischen Gebieten der **USA** machen die Strassen 30 % der gesamten Fläche aus. Die traditionelle Auffassung der Strassennutzung steht vor der Herausforderung, nicht mehr nur der Bewegung und Abstellung von Fahrzeugen zu dienen, sondern einer Nutzung zu weichen, die den gesellschaftlichen Werten besser entspricht. [Greenfield Labs](#)<sup>22</sup> – ein Forschungs- und Innovationsteam von Ford für die intelligente Mobilität – hinterfragt die Strassen der Zukunft mit einer Vision, die eine Vielfalt von Funktionen und Bedürfnissen erfüllt: spazieren, velofahren, Geschäfte machen, entspannen, trainieren und sich mit Kollegen austauschen. Strassen werden zu wirtschaftlichen und sozialen Generatoren, zu einem Ort für die soziale Tätigkeit und einem Kanal für alles, was sich bewegt.

In den nächsten 15 Jahren werden Regierungen und Technologieunternehmen gemeinsam die Mobilität in unseren Städten neu gestalten, um den Anforderungen der steigenden Bevölkerungszahl und den Einschränkungen der Infrastrukturen nachzukommen. Chinas Fähigkeit, die staatlichen Regulierungen für die jüngsten Innovationen zu beschleunigen, bedeutet, dass es das Ausrollen von neuen Techniken für eine überdachte Mobilität in Megastädten anführen wird. Es wird erwartet, dass der autonome Verkehr in den nächsten fünf Jahren auf den Verbrauchermarkt kommt. In anderen Grossstädten auf der ganzen Welt werden menschenbezogenes Design und datengestützte Technik wie intelligente Netzwerksysteme und autonome Fahrzeuge die städtische Umgebung verwandeln. Der Zeitpunkt aber hängt von der Fähigkeit der Regierungen ab, mit den Innovationen Schritt zu halten.

**Links die im Artikel erwähnt wurden:**

1. <https://de.wikipedia.org/wiki/Megastadt>
2. <https://www.theguardian.com/world/2018/may/17/two-thirds-of-world-population-will-live-in-cities-by-2050-says-un>
3. <https://www.reuters.com/article/us-emirates-transportation-autonomous/dubai-tests-autonomous-pods-in-drive-for-smart-city-idUSKCN1GD5G6>
4. <https://www.usnews.com/news/national-news/articles/2018-10-15/the-race-is-on-after-feds-pave-way-for-driverless-trucks>
5. <https://www.theicct.org/publications/automation-long-haul-challenges-and-opportunities-autonomous-heavy-duty-trucking-united>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=u0IsTeNqtQ8>
7. <https://www.theguardian.com/technology/2016/apr/07/convoy-self-driving-trucks-completes-first-european-cross-border-trip>
8. <https://www.brookings.edu/blog/techtank/2018/05/01/the-state-of-self-driving-car-laws-across-the-u-s/>
9. <https://venturebeat.com/2018/10/11/arizonas-institute-for-automated-mobility-will-research-and-develop-autonomous-vehicle-technologies/>
10. <http://laborcenter.berkeley.edu/driverless/>
11. <https://medium.com/@UrbanResilience/8-ways-china-is-winning-on-transportation-1032687006a9>
12. <http://english.gov.cn/2016special/madeinchina2025/>
13. <https://www.volocopter.com/de/>
14. <http://www.kurzweilai.net/googles-self-driving-car-gathers-nearly-1-gbsec>
15. <https://www.nytimes.com/interactive/2018/12/10/business/location-data-privacy-apps.html>
16. <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
17. <https://www.engadget.com/2019/01/04/hyundai-kia-self-charging-ev/>
18. <https://www.theguardian.com/world/2018/jan/18/norway-aims-for-all-short-haul-flights-to-be-100-electric-by-2040>
19. <https://www.nasa.gov/partnerships/about.html>
20. <https://transitinnovation.org/lab>
21. <https://www.swissinfo.ch/ger/die-sbb-testet-im-wallis-hochgeschwindigkeitstransporte/44616624>
22. <http://greenfieldlabs.com/>

# Die Zukunft der Mobilität in der Schweiz

Heute ist Zürich mit ~1 354 000 Einwohnerinnen und Einwohnern die grösste Stadt der Schweiz. Mit einer Bevölkerung, von der 84,8 % in städtischen Gebieten leben, und aufgrund des kleinen Gebiets wird die Schweiz in Bezug auf den Verkehr mit den gleichen Problemen zu kämpfen haben wie Megastädte und autonome Fahrzeuge werden dabei eine grosse Rolle spielen.



## Test von autonomen Fahrzeugen

S T A R

Der erste Test in der Schweiz fand 2015 mit dem «New Future»-Projekt der Swisscom in Zürich statt, bei dem ein [fahrerloses Auto getestet wurde](#)<sup>1</sup>.

Seitdem wurden einige weitere Tests mit individuellen öffentlichen Verkehrsmitteln durchgeführt, wie das [Smart-Shuttle-Projekt von PostAuto Schweiz AG in Sion](#)<sup>2</sup> oder die Zusammenarbeit zwischen Mobility, SBB, ZVB und dem [Technologiecluster Zug in Zug](#)<sup>3</sup>. Aktuell wurden neun Bewilligungen gewährt, hauptsächlich für öffentliche Verkehrsunternehmen<sup>4, 5</sup>. Mehrere weitere Testanwendungen werden vom [Bundesamt für Strassen behandelt](#)<sup>6</sup>.

Bereits seit mehreren Jahren fahren autonome Züge auf klar definierten und isolierten Strecken (Metro Lausanne, Skymetro Flughafen Zürich). Allerdings wurde noch keine Lösung für [Langstrecken und regionale Linien eingeführt oder getestet](#)<sup>6</sup>.

Der Güter- und Personentransport könnte von der Hyperloop-Technik umgekrempelt werden, einem vollautomatischen und geschlossenen System ohne direkte Kohlenstoffemissionen, das als [Erstes von Elon Musk vorgestellt wurde](#)<sup>7</sup>.

Ein erster Test des Hyperloop in der Schweiz ([EuroTube](#)<sup>8</sup>) wird in der zweiten Hälfte von 2019 auf einer drei Kilometer langen Teststrecke im Wallis durchgeführt. Die SBB sind an diesem Projekt beteiligt. Es steht bis anhin noch nicht fest, ob es für den Transport von Personen oder Gütern genutzt werden soll. Die EPFL arbeitet mit dem [EPFLoop](#)<sup>2</sup>-Projekt ebenfalls an dieser Technik und erreichte damit 2018 die Endrunde des Hyperloop-Wettbewerbs in Los Angeles.

Die Schweizerische Post testete für den [Warentransport autonome Lieferroboter in Bern und anderen Schweizer Städten](#)<sup>10</sup>.

## Test von autonomen Flugzeugen

S T A R

Der Kanton Genf nimmt mit seiner Beteiligung an der europäischen Initiative «Urban Air Mobility» ([UAM](#))<sup>11</sup> bei der Beurteilung der Realisierbarkeit von Drohntaxis für die Beförderung von Passagieren eine [Pionierrolle ein](#)<sup>12</sup>.

Die SBB ist ebenfalls am Lufttransport interessiert. Sie unterzeichnete Anfang 2019 für die Beförderung der Passagiere vom Bahnhof an ihren Bestimmungsort mit dem deutschen Unternehmen Lilium eine Absichtserklärung für die Entwicklung von Flugtaxidiensten<sup>13, 14</sup>. Vorerst wird ein Pilot im Flugtaxi mitfliegen.

Die Schweizerische Post testete in Zürich und Lugano autonome Lieferdrohnen für den Transport von [Laborproben](#)<sup>15</sup>. Nach über 3000 erfolgreichen Flügen wurden alle Drohnen im April 2019 nach einer [Notlandung gegroundet](#)<sup>16</sup>.

## Innovation

S T A R

Das Bundesamt für Strassen startete ein Forschungsinitialisierungspaket «automatisiertes Fahren», um den Forschungsstellen zu ermöglichen, sich mit diesem [zukunftsweisenden Thema auseinanderzusetzen](#)<sup>17</sup>.

Die ETH Zürich beispielsweise forscht im Bereich zukünftige Mobilität durch die Simulation von verschiedenen [Szenarien in der Schweiz](#)<sup>18</sup>. Sie wurde vom Bund beauftragt, die Auswirkungen der selbstfahrenden Fahrzeuge auf die Kapazitäten des Schweizer Verkehrssystems zu analysieren. Eine ihrer letzten [Publikationen](#)<sup>19</sup> zeigt, dass autonome Taxis den Individualverkehr in Städten nicht verdrängen werden, sofern auch [automatisierte Privatfahrzeuge verfügbar sind](#)<sup>20</sup>.

Die EPFL interessiert sich traditionell bereits seit den 90er-Jahren ebenfalls für die Mobilität. Damals konnte aus rechtlichen Gründen das [Serpentine-Projekt in Lausanne nicht lanciert werden](#)<sup>21</sup>. In jüngerer Zeit gründete die EPFL eine Forschungsabteilung zu diesem Thema, aus der das [Start-up Bestmile](#)<sup>22</sup> für die Softwarebedienung von [autonomen Flotten](#)<sup>23</sup> entstand.

Drohnen und insbesondere vollautomatische Drohnen und ihr Potenzial sind ein wichtiges Thema der F&E in der Schweiz und das Land spielt heute in der [Drohntechnik eine führende Rolle](#)<sup>24</sup>. Einige Beispiele dafür sind das Labor für [autonome Systeme](#)<sup>25</sup> der ETH Zürich, das [AtlantikSolar](#)<sup>26</sup> entwickelte, das erste unbemannte, autonome, solarbetriebene Fluggerät, oder die «Robotics and Perception Group» der Universität und der ETH Zürich, die Flugroboter entwickelt, die [kein GPS oder Fernbedienung benötigen](#)<sup>27</sup>.

Das Eidgenössische Institut für Metrologie (METAS) baute im Rahmen eines Projektes entsprechende Kompetenzen auf dem Gebiet [«Autonome Fahrzeuge und Datensicherheit»](#) auf<sup>28</sup>.

Der Bund fördert zudem Plattformen für den Kompetenzaustausch wie [www.auto-mat.ch](#), die in Zusammenarbeit mit dem Touring Club Schweiz (TCS) aufgebaut wurde).

## Beteiligte Unternehmen

S T A R

Die wichtigsten Unternehmen im Bereich autonome Fahrzeuge in der Schweiz sind [Swisscom](#)<sup>1</sup>, [PostAuto Schweiz](#)<sup>2</sup>, [SBB](#)<sup>29</sup>, [Schweizerische Post](#)<sup>15</sup>, [AMoTech](#)<sup>30</sup> und [Mobility](#)<sup>3</sup> sowie regionale öffentliche Verkehrsunternehmen wie die [TPF \(Freiburgische Verkehrsbetriebe\)](#)<sup>31</sup>, [Schaffhauser Verkehrsbetriebe](#)<sup>32</sup>, [ZVB \(Zugerland Verkehrsbetriebe\)](#)<sup>3</sup> oder [VBZ \(Verkehrsbetriebe Zürich\)](#)<sup>33</sup>.

In Bezug auf den Lufttransport sind die [SBB](#)<sup>14</sup> und die [Schweizerische Post](#)<sup>19</sup> an der Entwicklung von neuen Lösungen beteiligt.

Ausserdem ist die Schweiz für ihre Kompetenzen und Innovationen in der Drohnentechnologie bekannt. Sie zählt im sogenannten «Drohnen-Mekka» [über 80 Start-ups](#)<sup>34</sup>.

## Personenbeförderung

S T A R

[Der Bericht](#)<sup>28</sup> des Bundesamtes für Strassen über die Folgen und verkehrspolitischen Auswirkungen des automatisierten Fahrens kommt zum Schluss, dass die Schweiz mit ihrem hochwertigen Verkehrssystem an die räumlichen, ökologischen, gesellschaftlichen und systemischen Grenzen ihrer Infrastruktur stösst. Diese Tatsache führt zu einem dringenden Bedarf nach grösserer Effizienz. Autonome Fahrzeuge eröffnen für die bessere Nutzung der verfügbaren Kapazitäten neue Möglichkeiten, allerdings unter der Bedingung, dass wir bereit sind, unser Mobilitätsverhalten zu ändern und unsere Fahrzeuge zu teilen. Sonst könnte der alleinige Fokus auf den Individualverkehr zusammen mit der steigenden Nachfrage von neuen Nutzergruppen wie ältere Menschen, Personen mit eingeschränkter Mobilität oder Kindern zu einem noch grösseren Verkehrsvolumen führen. Eine Studie der ETH Zürich für den Raum Zürich bestätigt diese [mögliche negative Auswirkung](#)<sup>19</sup>.

Die Verwendung von autonomen Fahrzeugen und die Weiterentwicklung der Mitfahrgelegenheiten und Fahrgemeinschaften könnte die Grenze zwischen öffentlichem und privatem Verkehr verwischen. Der Bund, die Kantone und die Gemeinden werden sich als Miteigentümer der Verkehrsunternehmen auf diesem rasch ändernden Markt neu ausrichten müssen.

Wohngebieten könnten aufgrund der verbesserten Erschliessung attraktiver werden, was die ländliche Zersiedelung fördern könnte. Um diese Entwicklung zu vermeiden, hat der Bund mit der Inkraftsetzung der [aktuellen Raumplanungsgesetzgebung](#)<sup>28</sup> bereits Vorkehrungen getroffen.

In Bezug auf den Personenverkehr in der Luft wird das Drohntaxiprojekt des Kantons Genf 2019 ausgewertet. Bei einem positiven Resultat wird die erste [Demonstration 2020–2021](#)<sup>12</sup> erwartet.

## Warentransport

S T A R

2018 war der Bund der Ansicht, dass Truck Platooning und autonome Fernfahrten für die Beförderung von Waren dem Verkehrssystem aufgrund der geringen Fläche des Landes keinen nennenswerten Mehrwert bringen würden. Diese Technik ist nicht auf die Zustellung für die letzte Meile angepasst und könnte auf dem Schweizer Strassennetz kaum sinnvoll umgesetzt werden. Die Schweiz ist aber offen für [eine Teststrecke](#)<sup>35</sup>.

Autonome Roboter eröffnen neue Möglichkeiten für die Nahverteilung von Gütern. Die Schweizerische Post hat diese Option für einen flexiblen und schnellen Pakettransport in Betracht gezogen und in der unmittelbaren Umgebung getestet (Lieferung am gleichen Tag, innerhalb einer Stunde, von Nahrungsmitteln oder Medikamenten). Die ersten Testergebnisse sind vielversprechend, auch wenn die Schweizer Gesetzgebung die Verwendung von vollautomatischen Robotern noch nicht erlaubt und eine Begleitperson während der Tests die Bewegungen der Roboter überwachen musste<sup>36, 37</sup>.

Es wird erwartet, dass die Einführung von autonomen Fahrzeugen die Anbieter von Frachtdienstleistungen dazu bringen wird, auf den Warentransport an Land zu wechseln, was den Schienengüterverkehr und die Politik des Bundes, den Warentransport von der Strasse auf die Schiene zu verlagern, [stärker unter Druck](#)<sup>28</sup> bringen würde.

Fluggeräte bieten mehrere logistische Vorteile, namentlich in Bereichen wie dem Gesundheitswesen, wo die schnelle Lieferung entscheidend sein kann, für die Nahverteilung von Sendungen mit hoher Priorität oder für die Versorgung von Orten, die von der Umwelt abgeschnitten sind. Die Schweizerische Post ist sich der Bedeutung der Drohnen in diesem Bereich bewusst und spielt bei der Einführung von Drohnen für den [Gütertransport](#)<sup>15</sup> in der Schweiz eine Vorreiterrolle.

## Regulierung

S T A R

Das Wiener Übereinkommen über den Strassenverkehr ist der zentrale Regulierungsrahmen, der 2016 angepasst wurde, um die Einführung von Fahrerassistenzsystemen zu erlauben. Die gegenwärtige Rechtslage schreibt aber die Anwesenheit eines Fahrers vor, der jederzeit vom System übernehmen kann, und verbietet somit die Verwendung von [vollautomatischen Fahrzeugen in der Schweiz](#)<sup>28</sup>. Dies wird erst möglich sein, wenn die notwendige Fahrzeugsicherheit bewiesen werden kann und der internationale Rechtsrahmen angepasst wird.

Um für die Anpassung an die internationalen Änderungen vorbereitet zu sein, muss das Schweizer Strassenverkehrsgesetz die Verkehrsregeln (die Bedingungen, unter denen die Fahrer von ihren Verpflichtungen befreit werden), die Zulassung von Fahrzeugen und Fahrern, strafrechtliche Probleme und die Versicherung berücksichtigen. Für die Durchführung von Pilotversuchen in der Schweiz ist auf der Website des Bundesamtes für [Strassen ein Merkblatt erhältlich](#)<sup>39</sup>. Während der verschiedenen Einführungsphasen der autonomen Fahrzeuge wird die Koexistenz von Fahrzeugen mit verschiedenen Technologien (und verschiedener Autonomie) eine grosse Herausforderung für den Gesetzgeber sowie für die Bediener und Strassennutzer sein.

In Bezug auf den Luftverkehr startete die EU-Kommission das Konzept U-Space für die Integration und Regulierung der Drohnen im Luftraum. Das Bundesamt für Zivilluftfahrt hat die Schaffung der [Plattform Swiss U-Space Implementation \(SUSI\)](#)<sup>40</sup> unterstützt und der Schweizer U-Space wurde vor Kurzem (Juni 2019) an einem [Skyguide-Gipfel in Genf präsentiert](#)<sup>41</sup>.

## Soziale Auswirkungen

Mehrere Studien behandeln die positiven Auswirkungen der autonomen Fahrzeuge auf die Gesellschaft: grössere Serviceflexibilität, mehr Komfort, mehr Sicherheit und grössere Verfügbarkeit. Wir würden bereit sein, längere Strecken zurückzulegen. Neue Benutzergruppen würden einfacher mobil werden, wie ältere Personen, Kinder und Personen mit eingeschränkter Mobilität. Die Infrastruktur würde effizienter genutzt und die Kapazität erhöht, da die Abstände und die Zeit zwischen Fahrzeugen verringert werden können.

Andererseits werden private autonome Fahrzeuge möglicherweise teurer sein (Einführung von Sensoren und Radaren, Kommunikationsanforderungen). Die Infrastrukturen müssen ebenfalls angepasst werden (Sensoren, Signalisierung, Verkehrsmanagement usw.). Verschiedene ethische Probleme müssen gelöst werden, insbesondere jene in Bezug auf die Verantwortung bei Unfällen sowie der Datenschutz und Datenaustausch in einer dicht vernetzten Umgebung.

Neue Benutzergruppen stellen heute einen Drittel der Schweizer Bevölkerung. Zusätzlich wird erwartet, dass die Verwendung von fahrerlosen Fahrzeugen zu einer bedeutenden Zahl von Leerfahrten führen wird, was die auf den Strassen zurückgelegten Strecken um bis zu 15 % erhöhen könnte.

Dieses Gleichgewicht zwischen der erhöhten Kapazität und Effizienz der Infrastruktur und der gesteigerten Nachfrage und mehr Leerfahrten ist nicht klar. Es ist sogar möglich, dass es zu mehr Verkehrsstörungen kommen könnte, wenn fast nur noch vollautomatisierte Fahrzeuge auf den Strassen zu finden sind. Diese negative Auswirkung wird auch von unserem Verhalten gegenüber den neuen Möglichkeiten der autonomen Fahrzeuge abhängen: Sind wir bereit, unser Fahrzeug und unsere Fahrt mit unbekanntem Personen zu teilen oder ziehen wir den Komfort eines eigenen autonomen Fahrzeugs vor («Teilen» vs. «Besitzen»)? Vier unterschiedliche Szenarien, die auch die Rolle der Regierung und andere gesellschaftliche Werte berücksichtigen, werden in der Studie «Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz» des Schweizerischen Städteverbands (SSV), [des Basler Fonds und anderen Partnern analysiert](#)<sup>42</sup>. Die Auswirkungen reichen von einem sehr individuellen Mobilitätskonzept zu einer bewussteren Organisation, bei der verschiedene Optionen wie Fahrgemeinschaften, Mitfahrgelegenheiten und öffentliche Verkehrsmittel nebeneinander bestehen und zu einer nachhaltigeren Mobilität führen.

Schlussfolgerungen auf der nächsten Seite

<b>Switzerland's Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R&amp;D</li> <li>• Well positioned in cellular Kommunikations</li> <li>• Pioneering tests performed in Swiss territory</li> <li>• Expertise in drone technologies</li> </ul>	<b>Switzerland's Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependence on international legal regulations</li> <li>• "Follower" role concerning private autonomous vehicles</li> <li>• Dense and saturated terrestrial infrastructure nowadays</li> </ul>
<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precursor role in public transportation</li> <li>• Increase of infrastructure's capacity and efficiency</li> <li>• More safety</li> </ul>	<b>Gefahren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Focus on private use of autonomous vehicles leading to an increase of traffic volume and congestion</li> <li>• Cybersecurity and hacking</li> <li>• Public acceptance</li> </ul>

### Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. <https://www.swisscom.ch/de/about/news/2015/05/20150512-MM-selbstfahrendes-Auto.html>
2. <https://www.postauto.ch/de/projekt-smartshuttle>
3. <https://www.mobility.ch/de/news/selbstfahrende-fahrzeuge/>
4. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-70243.html>
5. <https://www.lenouvelliste.ch/articles/suisse/transports-publics-les-navettes-autonomes-se-multiplient-en-suisse-mais-pour-quel-bilan-845877>
6. [https://staedteverband.ch/cmsfiles/180911\\_baslerfonds\\_afz\\_zusammenfassung\\_grundlagenstudie\\_und\\_vertiefungsstudien\\_deutsch.pdf?v=20191204084110&v=20191204084110](https://staedteverband.ch/cmsfiles/180911_baslerfonds_afz_zusammenfassung_grundlagenstudie_und_vertiefungsstudien_deutsch.pdf?v=20191204084110&v=20191204084110)
7. <https://www.cnbc.com/2018/09/14/hyperloop-the-revolutionary-tech-that-could-change-transport-forever.html>
8. <https://www.rts.ch/info/regions/valais/10068875-le-valais-accueillera-le-premier-site-de-test-en-suisse-de-l-hyperloop-.html>
9. <https://www.rts.ch/decouverte/sciences-et-environnement/environnement/la-mobilite/10292791-retour-sur-efploop-le-projet-suisse-qui-a-atteint-la-finale-de-l-edition-2018-du-concours-de-l-hyperloop.html>
10. <https://www.post.ch/de/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/2016/post-testet-selbstfahrende-lieferroboter>
11. <https://eu-smartcities.eu/initiatives/840/description>
12. <https://www.ge.ch/document/pionnier-canton-geneve-annonce-sa-participation-etude-europeenne-faisabilite-drones-taxis>
13. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-13/swiss-rail-service-planning-electric-air-taxis-sonntagszeitung>
14. <https://www.thelocal.ch/20190114/switzerlands-sbb-sets-sights-on-hi-tech-flying-electric-taxi-service>
15. <https://www.post.ch/de/ueber-uns/innovation/innovationen-in-entwicklung/drohnen>
16. <https://www.post.ch/de/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/2019/post-nimmt-drohnenfluege-im-dienste-der-medizin-wieder-auf>
17. <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/intelligente-mobilitaet/aktivitaeten-des-bundes-.html>
18. <https://www.nsl.ethz.ch/impact-of-autonomous-vehicles-on-the-accessibility-in-switzerland/>
19. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2019/06/fahrerlos-im-stau.html>
20. <https://www.swissinfo.ch/ger/eth-studie--selbstfahrende-privatautos-fuehren-zu-mehrverkehr/45015750>
21. <https://developpement-durable.epfl.ch/fr/mobilite/tp/navette/>
22. <https://bestmile.com/>
23. <https://www.letemps.ch/economie/demain-deja-voitures-autonomes>
24. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2018/06/heimat-der-drohnen.html>
25. <https://asl.ethz.ch/research.html>
26. <https://www.atlantiksolar.ethz.ch/>
27. [http://rpg.ifi.uzh.ch/research\\_mav.html](http://rpg.ifi.uzh.ch/research_mav.html)

28. [https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung\\_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Conduite%20automatis%C3%A9e%20%E2%80%93%20ons%C3%A9quences%20et%20effets%20sur%20la%20politique%20des%20transports.pdf](https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/automatisiertes-fahren.pdf.download.pdf/Conduite%20automatis%C3%A9e%20%E2%80%93%20ons%C3%A9quences%20et%20effets%20sur%20la%20politique%20des%20transports.pdf)
29. <https://news.sbb.ch/artikel/52794/interview-mit-dem-sbb-projekt-leiter-fuer-selbstfahrende-fahrzeuge>
30. <https://www.amotech.ch/de/unternehmen/bereich/ueber-uns>
31. <https://www.tpf.ch/de/-/une-navette-automatisee-pour-desservir-le-marly-innovation-center;jsessionid=C0B4BB5A44C-90F543D7039CA3D94D5F7>
32. <https://www.nzz.ch/zuerich/autonomer-verkehr-fahrerloser-linienbus-zum-rhe-infall-ld.1304382>
33. <https://www.trapezgroup.de/de/news/text/oev-lab-cafe-selbstfahrender-bus-ab-maerz-auf-der-strasse>
34. [https://www.swissinfo.ch/ger/innovation-und-forschung\\_drohnen-mekka-schweiz/44309032](https://www.swissinfo.ch/ger/innovation-und-forschung_drohnen-mekka-schweiz/44309032)
35. <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20171094>
36. <https://www.post.ch/de/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/2018/lieferroboter-post-zieht-positive-bilanz-der-tests-in-duebendorf-tests-in-duebendorf>
37. <https://www.letemps.ch/suisse/robots-autonomes-poste-nont-droit-se-deplacer-seuls>
38. <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/intelligente-mobilitaet/rechtliche-situation.html>
39. [https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung\\_strassennetzeallgemein/merkblatt-fuer-pilotversuche.pdf.download.pdf/Merkblatt%20zur%20Durchf%C3%BChrung%20von%20Pilotversuchen%20in%20der%20Schweiz.pdf](https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/abteilung_strassennetzeallgemein/merkblatt-fuer-pilotversuche.pdf.download.pdf/Merkblatt%20zur%20Durchf%C3%BChrung%20von%20Pilotversuchen%20in%20der%20Schweiz.pdf)
40. <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle/u-space.html>
41. <https://www.skyguide.ch/de/events-medien/news/#p95092-95111-95112>
42. <https://staedteverband.ch/de/detail/automatisiertes-fahren>

# Mobilität

## EINFÜHRUNG

Während die Schweizerische Post Drohnen für die [Paketlieferung entwickelt](#)<sup>1</sup>, verwenden internationale Terrororganisationen die gleiche Technik – und schicken Bomben auf das [Schlachtfeld](#)<sup>2</sup>. Der technische Fortschritt führte zu einer vernetzteren Welt, er bringt alles näher zusammen. Noch nie war die Welt so mobil. Aber was bedeutet «Mobilität»? Und warum sind die Mobilität und ihre vielfältigen Bedeutungen für die Zukunft der urbanen Kriegführung relevant? Mobilität beschreibt unsere Fähigkeit, uns von einem Ort zum anderen zu bewegen, um näher bei unserem Arbeitsort zu sein oder einfach eine andere Umgebung zu erleben. Somit betrifft das Mobilitätskonzept einer Stadt den öffentlichen Verkehr, die Verkehrsregelung und die Infrastrukturplanung. Die unbeschränkte und unvermittelte Mobilität von Daten und Informationen ist die Folge der Digitalisierung aller Aspekte unseres Lebens. Die soziale Mobilität bezieht sich auf die Bewegung zwischen sozialen Klassen – der amerikanische Traum ist eines der bekanntesten Beispiele dafür.



Urbane Mobilität 2.0: : Die steigende Verstädterung erfordert neue Mobilitätskonzepte  
Quelle: IABG

Im militärischen Kontext beschreibt Mobilität normalerweise die Fähigkeit, Truppen, Waffensysteme, Ausrüstung usw. von einem Bereich einer Operation zu einem anderen oder von einem Land in eine Konfliktregion zu verlegen. Mobilität kann auch ein taktischer Begriff für die Fähigkeit der schnellen Bewegung auf dem Schlachtfeld sein. In der urbanen Kriegführung spielen diese Bedeutungen der Mobilität bei der Militärplanung der Zukunft alle eine Rolle.

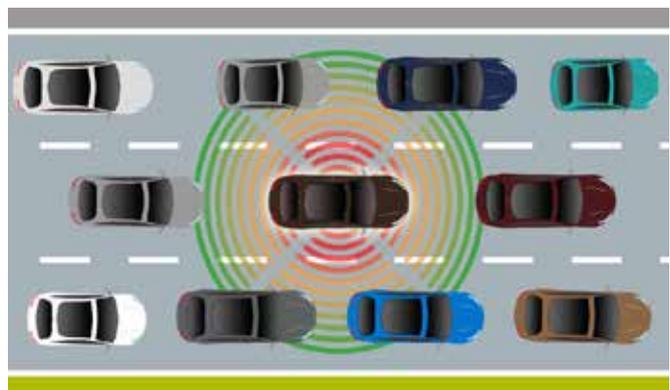
## HERAUSFORDERUNGEN DER ZUKÜNFTIGEN SICHERHEITSUMGEBUNG

### Mobilität und Urbanisierung

Mobilität ist einer der Faktoren, der die Verstädterung fördert. Wir wollen und können unseren aktuellen Ort verlassen, um eine neue Arbeitsstelle anzunehmen oder andere Gelegenheiten zu verfolgen. Oft ergeben sich diese Gelegenheiten in oder in der Nähe von urbanen Gebieten, wo sich die grossen Unternehmen befinden. Steigende Wohnungspreise, Gentrifizierung, sozialer Zerfall und das erhöhte Risiko von Protesten gegen Ungleichheit sind mögliche Folgen. Bis 2050 werden zwei Drittel der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben, was auf der ganzen Welt zur Bildung von Megastädten führt. Heute leben bereits 84,4 % der Schweizer Bevölkerung in urbanen Gebieten. Zürich ist mit 1 354 000 Einwohnerinnen und Einwohnern das grösste [Ballungsgebiet](#)<sup>3</sup>.

### Mobilitätskonzepte im städtischen Raum

Der wachsende städtische Raum verlangt nach einer konstanten Anpassung der Mobilitätskonzepte und des Mobilitätsmanagements. Technische Entwicklungen wie die künstliche Intelligenz oder autonomes Fahren mit Drohntaxis werden mit neuen Konzepten für den öffentlichen Verkehr und [Fahrgemeinschaften ergänzt](#)<sup>4</sup>. Obwohl diese Konzepte den Verkehr in städtischen Gebieten entlasten, bergen sie auch viele neue Verwundbarkeiten. Sie machen die Einsatzgebiete von militärischen Operationen immer überladener und digitalisierter. Während der Operationen ist die Unterscheidung zwischen freundlichen und feindseligen Akteuren immer schwieriger. Der Verkehr im zivilen Bereich wird die Aufklärung und Operationen in der Luft er-



Autonomie: Neue Technologien bringen Chancen und Risiken  
Quelle: IABG

schweren. Zusätzlich bringt die vernetzte und digitalisierte Infrastruktur der autonomen Fahrzeuge und intelligenten Städte das Risiko von Cyberangriffen mit sich und bietet so eine neue Angriffsfläche.

### Daten- und Informationsmobilität

Flächendeckende Internetverbindungen, Digitalisierung, Verteilung von Smartphones und IoT-Geräten – all diese Faktoren führen zu einer vernetzteren Welt, in der Informationen und Daten schneller denn je gestreut werden können und die Kommunikation sich laufend beschleunigt. In dieser vernetzten Welt reifte auch der arabische Frühling heran, eine gutgemeinte und friedliche Protestbewegung, die in eine der grössten Krisen der jüngsten Geschichte mündete. Somit bringt die Daten- und Informationsmobilität gleichzeitig viele Chancen und Risiken mit sich.

Aus dem Blickwinkel der urbanen Kriegführung entstehen viele neue Bedrohungen. Gegner könnten das Internet verwenden, um manipulierte Information zu verbreiten und so die Bevölkerung irrezuführen. Dies könnte zu gefährlichen Situationen führen: Wird beispielsweise während eines Konflikts fälschlicherweise die Nachricht eines Waffenstillstands verbreitet, werden Zivilisten gefährdet. Der Zugriff auf private Daten kann genutzt werden, um Angehörige der Streitkräfte mit ihren Angehörigen unter Druck zu setzen. Kettenreaktionen infolge von Desinformationskampagnen sind besonders in städtischen Gebieten schädlich, wo viele Leute auf engem Raum leben.

### Mobilität im Militär – Truppenverlegung

Konflikte werden komplexer und unübersichtlicher, neue Akteure tauchen auf und Bündnisse wechseln. Neue Konflikte erfordern agile und flexible Reaktionen. Die Fähigkeit der raschen Bewegung von Truppen, Waffensystemen und Ausrüstung über längere Distanzen wird für den Erfolg eines Einsatzes immer wichtiger. Die Einsatzgruppe mit sehr hoher Einsatzbereitschaft der NATO ist nur ein Beispiel dafür, dass die militärischen Institutionen die Mobilität ihrer Truppen auf eine neue Ebene bringen.

Einsätze in dicht besiedelten städtischen Gebieten erfordern eine besonders schnelle Verlegung, da in kürzester Zeit viele Zivilisten in Mitleidenschaft gezogen werden können. Der Erhalt eines umfassenden Überblicks über die Situation sowie die Aufklärung aus der Luft und innerhalb des Cyber- und Nachrichtenbereichs ist entscheidend. Die Fähigkeit der Verlegung von schnellen Eingreiftruppen gewinnt an Bedeutung und erfordert die Zusammenarbeit aller Bereiche. Aufgrund ihrer Verwundbarkeit werden städtische Gebiete und Megastädte zu Hauptzielen von asymmetrischen Gegnern. Da irreguläre Akteure abweichende moralische Hemmungen haben können, sind Angriffe auf grosse Teile der Zivilbevölkerung für sie eine effiziente urbane Kriegführung.

### Mobilität im Militär – Organisationsstrukturen und urbane Kriegführung

Die Kriege der Zukunft werden nicht mehr mit der Eroberung von Land und Gebieten gewonnen. Vielmehr werden jene das Schicksal eines Landes bestimmen, die die Städte kontrollieren. Der Fall von Mossul ist eines der jüngsten Beispiele für den Verlust einer von einer konventionellen Armee gehaltenen Stadt an einen asymmetrischen Gegner. In nur wenigen Tagen konnten die Kämpfer des islamischen Staats mit neuen urbanen Kriegführungstaktiken Mossul einnehmen. Aufgrund ihrer flexiblen Organisation und Struktur konnten sie ihre Gegner überraschen und Schläferzellen innerhalb der Stadt aktivieren.

Durch ihre Strukturen können nichtstaatliche Akteure rasche Entscheide fällen. Dies ist ihr Vorteil gegenüber der steifen und hierarchischen Organisation von konventionellen Armeen. Die Organisationsstruktur von asymmetrischen nichtstaatlichen Akteuren erleichtert die schnelle Verlegung von Kämpfern und den raschen Wechsel von Schlachtfeldern. Konventionelle Armeen kämpfen mit dem Nachteil der langen Befehlskette und der rechtzeitigen Verlegung von Soldaten. Je klarer das Schlachtfeld durch die Aufklärung erkannt wird, umso wichtiger ist die schnelle Bewegung von Truppen, um unentdeckt agieren zu können.

## AUSWIRKUNGEN AUF DAS MILITÄR

### Entwicklung von urbanen Kriegführungskonzepten

Für den Umgang mit den Folgen der Mobilität und Urbanisierung müssen für die Verteidigung urbane Kriegführungskonzepte erarbeitet werden. Es ist wichtig, dies als landesweite Aufgabe anzugehen, die nur mit der Hilfe von verschiedenen staatlichen Abteilungen gelöst werden kann. Da urbane Gebiete mit grosser Infrastruktur potenzielle Ziele für asymmetrische Angriffe sind, benötigen sie spezielle Sicherheitsvorkehrungen, die den Fluss der Menschen und Fahrzeuge nicht behindern. Das Verkehrs- und Mobilitätsmanagement ist im gleichen Mass wie die Versorgungssicherheit und die Evakuierungspläne zu berücksichtigen. Es ist eine politische Aufgabe des Bundes, die Verantwortlichkeiten im Fall eines Terrorangriffs auf eine [Schweizer Stadt zu klären](#)<sup>5</sup>.

Abgesehen vom Schutz der eigenen Städte müssen auch Operationen in ausländischen städtischen Gebieten aus einer neuen Perspektive betrachtet werden. Für die effiziente Operation in städtischen Gebieten benötigt das Militär mehrdimensionale offensive und defensive Fähigkeiten. Die Entwicklung von Fähigkeiten für die Analyse und Beurteilung von Kettenreaktionen und Kaskadeneffekten ist notwendig. Urbane Kriegführungskonzepte (Offensive und Defensive) müssen enthalten:

- neue operative Befehlsstruktur
- Anpassung und Integration von neuen Techniken

- Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen, NGOs und lokalen Einrichtungen
- Ausbildungen und Übungen
- Schutz- und Sicherheitskonzepte für kritische Infrastruktur

### Überdenken der Organisation und Struktur

Für die Organisationsstruktur des Militärs folgt die Form der Funktion nicht mehr. Die Konflikte der Zukunft sind anders und werden sich weiter verändern – wie auch die Aufgabenstellung der Armee. Die organisatorische Mobilität ist zu einem ganzheitlichen Faktor für den Erfolg geworden. Eine mögliche Lösung könnte eine organische Struktur sein, die aufgrund von Vorfällen und Aufgaben und nicht durch Tradition und Hierarchie angepasst wird. Für die Entwicklung der zukünftigen Organisationsstruktur sollte das gewünschte Ergebnis entscheidend sein und für die Bekämpfung von asymmetrischen Akteuren müssen die militärischen Befehlsketten an Geschwindigkeit gewinnen und an die hohe Mobilität des Gegners angepasst werden.

### Integration von neuen Techniken

Wie erwähnt sollte das Militär möglichst viele neue Techniken integrieren – aber nicht mehr als notwendig. Die Einführung einer neuen Technik führt zu gewissen Kosten und Schulungsbedarf, was auch zu Fehlern führen kann. Künstliche Intelligenz und Big-Data-Analyse werden die Analyse und Beurteilung von Situationen für das Finden der bestmöglichen Reaktion erleichtern. Dies erhöht die Agilität und Mobilität der Armee in urbanen Gebieten.

Human Enhancement wird die Durchhaltefähigkeit der Soldaten drastisch erhöhen. Langstrecken können verlängert werden, auch wenn die Soldaten müde sind. Zudem wird die Entwicklung von Robotern die Mobilität unterstützen. Sie könnten beispielsweise bei der Überwindung von nassen, trockenen und anderen Hindernissen sowie von Minen, bei der Entwicklung und Verbesserung von Routen helfen oder die [Wegräumung sicherstellen](#)<sup>6</sup>. Ein weiterer verbundener Punkt ist die Autonomie der zukünftigen Mobilitätssysteme. Die Armee könnte von diesen Entwicklungen profitieren, indem sie bereits bestehende zivile Technologien für ihren eigenen Zweck nutzt, eng verbunden mit dem schnellen Wechsel von Kommandoposten. Armeen benötigen technische Ausrüstung und Fahrzeuge, um sich genauso schnell zu bewegen wie der Gegner. Kleinere und nicht nachweisbare Fahrzeuge, kleine Flugzeuge oder Drohnen sind dafür unabdingbar.

### SCHLUSSFOLGERUNG

Mobilität ist ein weiter Begriff. Bei seiner Definition werden verschiedene Interpretationen auftauchen. Aus dem Blickpunkt des Militärplaners wirkt sich die Mobilität auf fast alle militärischen Aufgaben und Gebiete aus. Insbesondere in der urbanen Kriegführung spielt sie eine vielfältige Rolle. Mobilität ist zugleich Ursache und Lösung der urbanen Kriegführung. Sie ist eine der Gründe für die Verstädterung und das Auftauchen von Megastädten – und so für potenzielle Proteste und politische Instabilität. Die Daten- und Informationsmobilität birgt das Risiko von Massenprotesten und Kettenreaktionen. Sie ist aber auch grundlegend für die militärische Kommunikation. Aufgrund der Mobilität der asymmetrischen Akteure muss das Militär seine Organisationsstruktur anpassen und neue Konzepte für die urbane Kriegführung erarbeiten. Neue Technologien können zur Mobilität des Militärs beitragen, steigern aber auch die Stärke der Gegner.

Abschliessend gesagt ist und wird die Mobilität der Schlüssel zur modernen Armee sein. Alle Bereiche und Operationen hängen von der Mobilität der Soldaten ab. Da die asymmetrischen Gegner und Verbreitung schneller und mobiler werden, muss sich die Armee an diese neuen Umstände anpassen. Insbesondere Human Enhancement und Robotik können hilfreich sein, um eine grössere Zahl und sicherere mobile Soldaten sicherzustellen.

**SWOT-ANALYSE auf der nächsten Seite**

**SWOT-ANALYSE** für schweizer militärplaner<sup>7</sup>

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Konzepte für die zukünftigen Herausforderungen der Mobilität</li> <li>• Zusammenarbeit von zivilen und militärischen Einrichtungen</li> <li>• politisches Verständnis des Bedarfs der Modernisierung für die Angleichung an die «Ära der Mobilität»</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zum Teil veraltete oder nicht mobile Ausrüstung</li> <li>• später Start der Modernisierung</li> <li>• eher statisch-klassische Elemente in der Militärplanung und im Militärdenken</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Ende des Lebenszyklus vieler Produkte schafft Platz für Verbesserungen und Innovationen</li> <li>• enge Zusammenarbeit mit technisch fortgeschrittenen zivilen Unternehmen (potenzielle Anpassung von «mobilen» Innovationen)</li> </ul>	<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybridangriffe von staatlichen Akteuren</li> <li>• städtische Gebiete als Ziel von Terrororganisationen</li> <li>• städtische Gebiete als Zentrum von sozialen Konflikten</li> </ul>

**Links die im Artikel erwähnt wurden:**

1. <https://www.post.ch/de/ueber-uns/innovation/innovationen-in-entwicklung/drohnen>
2. <https://mwi.usma.edu/guide-islamic-states-way-urban-warfare/>
3. See "Was bedeutet das für die Schweiz" in "Mobilität" chapter of this Publikation.
4. See "Zukunftstrends" in "Mobilität" chapter of this Publikation.
5. <https://www.aargauerzeitung.ch/schweiz/wann-genau-kommt-die-schweizer-armee-zum-einsatz-129733962>
6. <https://www.obranaastrategie.cz/en/archive/volume-2017/1-2017/articles/the-requirements-for-future-military-robots-supporting-Mobilität.html> (letzter Download 18.6.2019)
7. Hauptsächlich gestützt auf: <https://www.vbs.admin.ch/de/verteidigung/bodentruppen.html>

# URBANITÄT

## Information

Digitale Daten sind inzwischen überall. Produziert von Menschen, Anwendungen oder Sensoren wächst ihre Zahl täglich. Die Verwandlung der vielfältigen Träger (Bild, Ton, Text usw.) und der strukturierten und unstrukturierten Formate in sinnvolle Information erfordert neue Fähigkeiten. Mit der Ausbreitung der Quellen und mit den Möglichkeiten der Cyberwelt ist auch die Verlässlichkeit zu einer Herausforderung geworden. Der Erhalt einer kontinuierlichen Information ständig und überall war noch nie so einfach. Der Erhalt der richtigen Information am richtigen Ort zur richtigen Zeit hingegen war vielleicht noch nie so schwer!

**DARK  
ETERNITY**

*A Powerful Science Novel*

BY

**JOHN RUSSELL FEARNS**

• • •

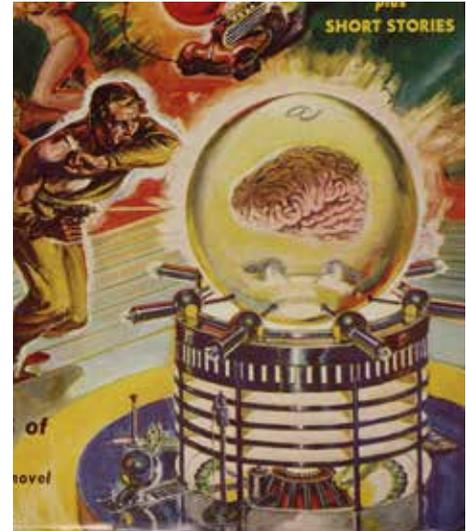
**TWO SCIENCE FEATURES**

**IN THIS ISSUE**

## Eine körperlose Informationsgesellschaft

### Das Gehirn, ein Computer?

Wir leben in einer Informationsgesellschaft. Mehr noch: wie es scheint sind wir Wesen, die einzig Information austauschen und uns an diesen Austausch anpassen. Diese neue Ontologie steht im Einklang mit einer Gesellschaft, deren intime Architektur das Internet der Dinge, *Big Data*, die künstliche Intelligenz usw. immer mehr nutzt. Technologien also, welche die Information miteinschliessen. Haben wir endlich den Heiligen Gral, den Schlüssel zu unserer Existenz gefunden, das Mysterium des Universums gelöst? Langsam, langsam. Die Informationstheorie, die jüngste Erweiterung der kybernetischen Theorie, die der amerikanische Mathematiker Norbert Wiener seit Ende der 1940er-Jahre aufstellte (siehe *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, 1948), ist zum zentralen Paradigma unserer Zeit geworden, zum Modell, an dem wir – buchstäblich – alle Manifestierungen der Wirklichkeit messen: die ADN? Eine genetische Information. Das Gehirn? Eine Maschine zur Informationsverarbeitung. Die Informatik und die digitale Welt? Eine Sprache und eine Simulation, die auf der Information gründen. Die Liste könnte natürlich beliebig fortgesetzt werden, würde aber nur daran erinnern, dass heute nur wenige Dimensionen unserer Realität diesem epistemologischen Monismus entwichen: glaubt man den Äusserungen der Gelehrten ist die Realität um eine grundlegende Einheit – die Information – und ihre zahlreichen Ausdrucksformen – das Biologische, die Informatik usw. – aufgebaut. Aufgrund dieser Realität, die allen Wesen gemein ist, hoffen einige zeitgenössische philosophisch-wissenschaftliche Bewegungen wie der Transhumanismus beispielsweise, eines Tages das menschliche Bewusstsein auf IT-Netzwerke *uploaden* zu können: unsere Identität sei nämlich eine Art spezifische Organisation unseres neuronalen *Patterns* und da unser Gehirn die Information wie ein Computer verarbeite, seien wir nur einen Schritt davon entfernt, dieses Bewusstsein – dieses Pattern – auf Server zu transplantieren. Der Vorteil dieses Vorgehens? Silicium ist weniger anfällig als Fleisch, Krankheiten greifen nur Biologisches an – wir wären schier unsterblich und könnten uns, wie Software, vervielfältigen, updaten, zu Menschen 2.0 werden: zu Posthumanen. Man glaubt sich in einem Science-Fiction-Film – aber die Lektüre der Essays von Marvin Minsky (beispielsweise *Mentopolis*, 1987), Hans Moravec (*Robot: Mere Machine to Transcendent Mind*, 1998) oder Kim Eric Drexler (*Radical Abundance: How a Revolution in Nanotechnology Will Change Civilization*, 2013) macht einem bewusst, dass sich die Science-Fiction seltsamerweise von den romantischen Buchseiten und den Filmen emanzipiert zu haben scheint, um die Träume jener zu besiedeln, die der Philosoph der Wissenschaften Dominique Lecourt in *Humain, posthumain* (2003) «Technopropheten» nennt.



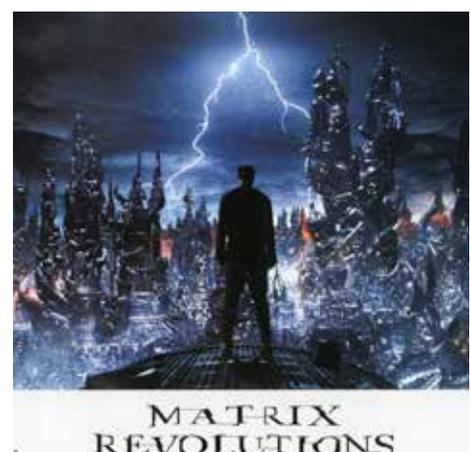
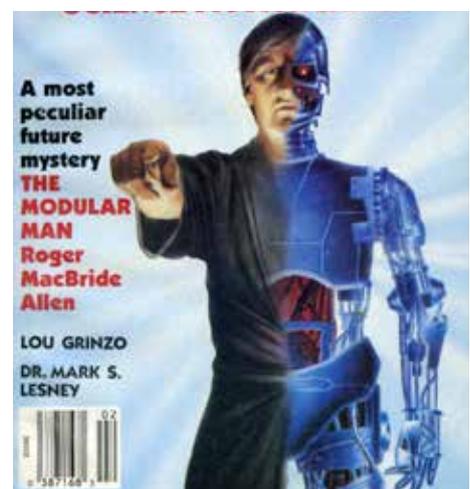
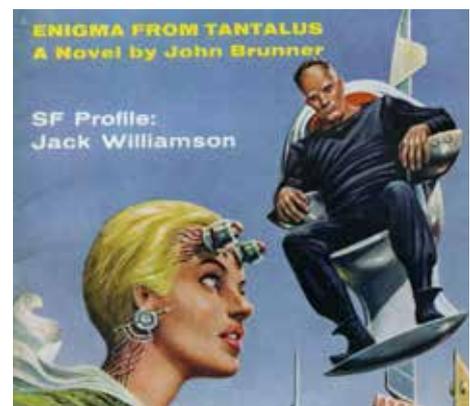
Es ist nicht meine Aufgabe, über die Relevanz dieser Theorien oder Fantasievorstellungen nachzudenken. Andere tun dies seit langem und machen dies weit besser als ich. Es scheint mir allerdings interessant zu sehen, wie die Science-Fiction – dieser ästhetische «Resonanzkörper» unserer technowissenschaftlichen Utopien – von diesen Theorien beeinflusst wurde, wie sie mit ihnen umgeht und was sie darüber sagt. Mindestens drei Metaphern begleiten die Geschichte der Beziehung zwischen Science-Fiction und Informationstheorien: die erste, «Gehirn im Tank», tauchte – welch Zufall – in den 1940er-Jahren auf und spiegelt das theoretische Postulat, gemäss dem sich die Menschlichkeit des Menschen, wie auch seine Identität, im Gehirn befindet und es so genügt, das Hirn eines Individuums aufzubewahren, um über alle seine zweckmässigen Informationen zu verfügen. Verständlich, dass am 18. April 1955 das Gehirn von Albert Einstein entnommen wurde, um es in Formaldehyd aufzubewahren. Diese Metapher, die auf den Titelseiten der *Pulps* – beliebte Zeitschriften, in denen die Science-Fiction-Autoren ihre Waffen wetzten und Fortsetzungsromane veröffentlichten – ausgeschlachtet wurde, ist relativ einfach zu entziffern: wenn das menschliche Gehirn nur eine Maschine für die Informationsverarbeitung (also ein Computer) ist, kann der biologische Körper auf eine Schnittstelle mit der Wirklichkeit reduziert werden, einen Haufen Sensoren, mit denen diese Information gesammelt werden kann. Mit anderen Worten ist der Körper, vorausgesetzt, man findet effizientere Dispositive für die Datensammlung, nicht mehr notwendig: er kann verschwinden. Die Metapher des «Gehirns im Tank» symbolisiert folglich die Reduktion der Menschheit auf eine kybernetische Maschine (und schliesst sich damit der These von Céline Lafontaine in ihrem Essay von 2004, *L'Empire cybernétique* an). Die Science-Fiction vergnügte sich daraufhin mit der Reduktion des Menschen auf die Windungen seines Gehirns, um diese Tatsache zu kritisieren oder zumindest die anthropologischen Konsequenzen zu übertreiben. Verständlich auch, dass dieses Bild des isolierten Gehirns erlaubt, den Leser zu prüfen, indem zerstört wird, was das Salz seiner Existenz ausmacht: können das

Fleisch, die Sinnlichkeit und die Lust wirklich auf Sensoren reduziert werden? Können sie sich so einfach in Luft auflösen, ohne dass wir unsere Menschlichkeit verlieren? Besonders interessant ist, dass der Gehirn-Computer in der Science-Fiction eine Metapher ist, ein Bild; in der realen Welt aber stellt man mit Schrecken fest, dass dieses Bild nicht mehr als solches wahrgenommen wird.

Diese erste Metapher verwandelt sich ab den 1960er-Jahren in zwei neue Metaphern, die alleine eine vertiefte Analyse verdienen würden, die ich aber nur in wenigen Zeilen umreißen kann: der Cyborg (ab den 1960er-Jahren) und die künstliche Intelligenz (ab den 1980er-Jahren). Da alle komplexen Systeme «Maschinen» für die Informationsverarbeitung sind, ist es nicht sachdienlich, zwischen Mensch und Computersystem zu unterscheiden: unterschieden wird nicht die Art, sondern der Grad. Es erstaunt folglich nur geringfügig, dass in der Zivilbevölkerung Sichtweisen aufblühen, die sich eine konkrete Hybridisierung des Menschen mit der Maschine (Cyborg) oder eine Angst vor den Entwicklungen der künstlichen Intelligenz (diese Software könnten effizienter sein als unsere eigene «Gehirnsoftware») ausmalen. Die Science-Fiction bindet diese Sichtweisen zwar in ihre Erzählungen ein, sie verwendet aber den Cyborg nicht, um uns vom Menschen von morgen zu erzählen, sondern von seiner immer grösseren Abhängigkeit – metaphorische Interpretation der Hybridität – von den Technologien: der Cyborg der Science-Fiction ist ein «Junkie», ein Mensch, der in seinem Sein von den Technologien abhängig wurde, wie man es im Roman *Neuromancer* (William Gibson, 1984) oder im Film *Matrix* (Lana und Lilly Wachowski, 1999) sieht. Der Science-Fiction-Cyborg ist also das Abbild unserer Abhängigkeiten und manchmal geht er sogar soweit, die Allmachtsphantasien zu metaphorisieren, die einen jeden von uns dazu bringen, unseren Körper verändern zu wollen: David Le Breton hat diese Tatsache perfekt analysiert (*L'Adieu au corps*, 1999) und begegnet unfreiwillig der fiktionalen Geschichte von Duane Fitzgerald im sublimen *Der Letzte seiner Art* (Andreas Eschbach, 2003). In diesem Sinn, und da wir alle Sklaven der Technologie sind, sind wir alle Cyborgs (im Sinn der Science-Fiction)! Eine analoge Argumentation führt die Bildung der dritten Metapher an: die künstliche Intelligenz (KI) macht Angst – sogar Stephen Hawking fiel darauf hinein! – denn sie schafft den Eindruck, dass die Gelehrten in ihren Laboren unermüdlich an der Schaffung der «Kreatur» von morgen arbeiten. Oder vielmehr an der ausgeklügelten Maschine, die uns vernichten wird. Die Science-Fiction hingegen, insbesondere seit dem Aufkommen des Genre «Cyberpunk» in den 1980er-Jahren, nutzt die KI nicht, um über unsere möglichen Nachfolger nachzudenken, sondern vielmehr – wie man es im Film *Her* (Spike Jonze, 2013) oder *Transcendence* (Wally Pfister, 2014) beobachten kann – um unsere Einsamkeit darzustellen, die im Zeitalter der sozialen Netzwerke und der Digitalisierung unserer Interaktionsplattformen Furcht einflösst. Zwar liegt den Science-Fiction-Autoren wenig daran, sich zu den – metaphysischen – Fragen zu positionieren, bei denen es darum geht, ob der Mensch nur eine Software ist, ob er eine Seele hat oder ob sein Körper überflüssig ist; das Bild der KI eignet sich einfach besonders gut für die Überlegungen zur Einsamkeit. Der Körper ist nämlich (noch) nicht wirklich verschwunden. Da wir aber die virtuelle Kommunikation immer häufiger verwenden, findet sich der Mensch isoliert von seinesgleichen in der Unfähigkeit wieder, menschliche Beziehungen zu knüpfen: die einzige Beziehung, zu der er fähig ist, ist jene mit seiner Kommunikationsschnittstelle (der Gesprächspartner kann hinter einem Avatar oder zwischen zwei Zeilen erahnt werden) – was ihn nur an seine eigene Einsamkeit zurückweisen kann, da der andere in seiner Körperlichkeit aus dem Austausch verschwunden ist.

## SCHLUSSFOLGERUNG

«Gehirn im Tank», Cyborg, künstliche Intelligenz: diese auch in der realen Welt präsenten Motive werden in der Science-Fiction zu Metaphern und zeigen die jüngste Verwandlung der Natur des Menschen



auf. Und diese Verwandlung ist besonders traurig: der Mensch wird auf eine Software reduziert, träumt von Allmacht, sieht zu, wie sein Körper jegliche Bedeutung verliert, wenn er nicht optimiert wird, um die Information noch besser zu verarbeiten, und hat ausser über das digitale Netz fast keine Verbindung mit anderen mehr. Der Posthumane, ein höheres und besseres Wesen? Man darf daran zweifeln ... eher ein in endlose Einsamkeit verbanntes Individuum – ist das nicht, was die Klone in *Die Möglichkeit einer Insel* (Michel Houellebecq, 2005) erleben? – dessen Würde von allen Seiten angegriffen wird und das auf der Suche nach Trost nur Pixel findet.

# Induzierte Komplexität: Die Zukunft der Information

Sorgen (und Hoffnungen) für die Zukunft werden in der Science-Fiction durch drei Darstellungen der Intelligenz erkundet: Die Matrix präsentiert uns das «Gehirn im Tank», in dem das menschliche Bewusstsein vom Körper isoliert ist und in einer virtuellen Landschaft Entscheide trifft. Der Cyborg – der Terminator oder Data in Star Trek – verschmilzt Mensch und Maschine zu einer Einheit. Die künstliche Intelligenz, vom frostig abschreckenden HAL in 2001: Odyssee im Weltraum bis zur fast buchstäblich liebenswerten Büroassistentin Samantha in Her, stellt uns vor das Rätsel einer Maschine, die unsere Welt besser kennt als wir selber.

Wie nahe sind diese Fiktionen der heutigen Realität? Jede Annäherung an neue Technologien stützt sich auf neue Arten der Verarbeitung und der Interaktion mit Information in unserer physischen Welt. Jede bietet eine Vision für die Verringerung der Kluft zwischen dem steigenden [Datenfluss](#)<sup>1</sup> und den Grenzen des menschlichen Verstands, diese Daten zu verstehen und in umsetzbares Wissen zu modellieren.

Das Gehirn im Tank setzt voraus, dass ein digitaler Abguss unseres Verstands verwendet werden kann, um die menschliche Reaktion besser vorwegzunehmen und unsere Entscheidungsfindung zu beschleunigen – von den Städten bis zur Biologie. Heute gibt es [digitale Zwillinge](#)<sup>2</sup> (informatisierte Nachbildungen von echten Orten), bionische Gehirne und komplexe Simulationen. Manche glauben, dass diese den Weg zu einer Science-Fiction-Zukunft mit hochgeladenen Gedächtnissen, gedankenlesenden Geräten und vielleicht sogar ewigem digitalen Leben ebnen. Der Cyborg setzt neue, nahtlose Schnittstellen für den Körper voraus: Kontaktlinsen mit digitaler Anzeige, eine gerätefreie Zukunft, in der unser Körper die Maus, der Bildschirm und die Kamera ist. Alldieweil malt die künstliche Intelligenz eine Maschine aus, die klüger ist als ihre menschlichen Schöpfer, die Gesprächen führen und alle unserer Bedürfnisse vorwegnehmen kann. Einschliesslich unseres wachsenden Wunschs nach einer Maschine, die die Maschinen erklären kann.

Jenseits dieser Bilder steht die Frage, ob wir Menschen uns an die Datenflut gewöhnen können, die sich über unsere Welt ergiesst; wie wir uns anpassen können, um Manipulation und Erschöpfung zu vermeiden, die diese Daten nutzlos machen. Wie kann die Technik uns helfen, Tatsachen von Unwahrheiten zu unterscheiden? Übersteigt die Komplexität in unserem Alltag unsere Konzentrationsfähigkeit, ist die Hilfe der Maschinen für die «Vereinfachung» dieser alltäglichen Welt unvermeidbar. Was werden wir für diese Illusion der Einfachheit und der Einheit mit der Welt der Information aufgeben?

## Gehirn im Tank: vom Verstand in die Cloud

Eine der transformativen Ideen, denen wir uns in der Zukunft gegenübersehen werden, ist die Vorstellung des Verstands als Ansammlung von Daten. Heute streben wir danach, digitale Zwillinge unserer Umgebung, von Gegenständen und sogar des menschlichen Verstands zu schaffen: Komplexe elektronische Kopien unserer echten Bedingungen, die sich anpassen, um zu widerspiegeln, was in ihrem echten Gegenstück passiert. Google startete im östlichen Hafengebiet von Toronto ein Modell einer intelligenten Stadt genannt Sidewalk Labs, die sich auf eine Überlappung von digitaler Infrastruktur stützt, um nachhaltigere, bürgerfreundlichere Entscheide zu treffen. Aber Sidewalk Labs erlebte einen [rechtlichen und kulturellen Rückschlag](#)<sup>3</sup>, der darauf hindeutet, dass die Menschheit vielleicht nicht gewillt ist, die persönliche Datensicherheit gegen künstlich intelligente Ampeln und andere Ausstaffierungen einer datengesteuerten Nachbarschaft einzutauschen.

Aber die digitalen Zwillinge könnten zu mehr fähig sein als die Nachbildung von Städten. Neurowissenschaftler wenden das Konzept für das Verständnis des menschlichen Verstands an. Das [Blue-Brain-Projekt](#)<sup>4</sup> will eine Simulation von komplexen Gehirnen schaffen, beginnend mit dem Ziel der Kartographierung von Mäusen bis 2020. Dieses Projekt ergänzt das [Human Brain Project](#)<sup>5</sup> der EU, das (unter anderem) versucht, die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit von Computermodellen für das Testen von Theorien, Behandlungen und Modellen [in silico](#)<sup>6</sup> zu steigern. Diese Modelle sind Simulationen – richtige digitale Zwillinge widerspiegeln die echten Zustände ihrer Pendants, was in der Biologie noch lange nicht der Fall ist.

Aber Fortschritte im Bioengineering wie die Entdeckung von CRISPR/Cas9, das eine Methode für die Bearbeitung von DNA-Segmenten aufzeigte, um Erbkrankheiten zu entfernen, könnten mit digitalen Modellen kombiniert werden, um eine Art 3D-Druck für synthetische menschliche Organe zu entwerfen. Dies ist ein weiteres Ziel des [Genomprojekts write](#)<sup>7</sup>, das als [Unterschied zwischen der Überarbeitung und dem Schreiben eines Buchs](#)<sup>8</sup> beschrieben wird. Durch die Verschiebung des Datenverständnisses von der elektronischen Logik der nullen und Einser zur Logik der Nukleotiden

(GTCA) nähern sich die Wissenschaftler auf eine Art der Zukunft des menschlichen Genoms, die komplexen Programmierproblemen nicht unähnlich ist. 2017 konnten Wissenschaftler der Universität Washington einen Virus mit einer menschlichen DNA erzeugen – ein [Computervirus](#)<sup>9</sup>, das DNA-Sequenziermaschinen infiziert und beschädigt, die DNA nach Hinweisen auf Krankheiten analysieren. Die Universität arbeitete zuvor mit Microsoft, um ein [Musikvideo](#)<sup>10</sup> in menschliche DNA einzutragen.

Die Beziehung zwischen Computer und Maschine wird voraussichtlich weiter ausgebaut, indem die Kapazität für die Eintragung von Computerdaten in menschliche und tierische DNA zu [geringen Kosten](#)<sup>11</sup> erhöht wird. Heute kostet dies ungefähr USD 3500 pro Megabyte.

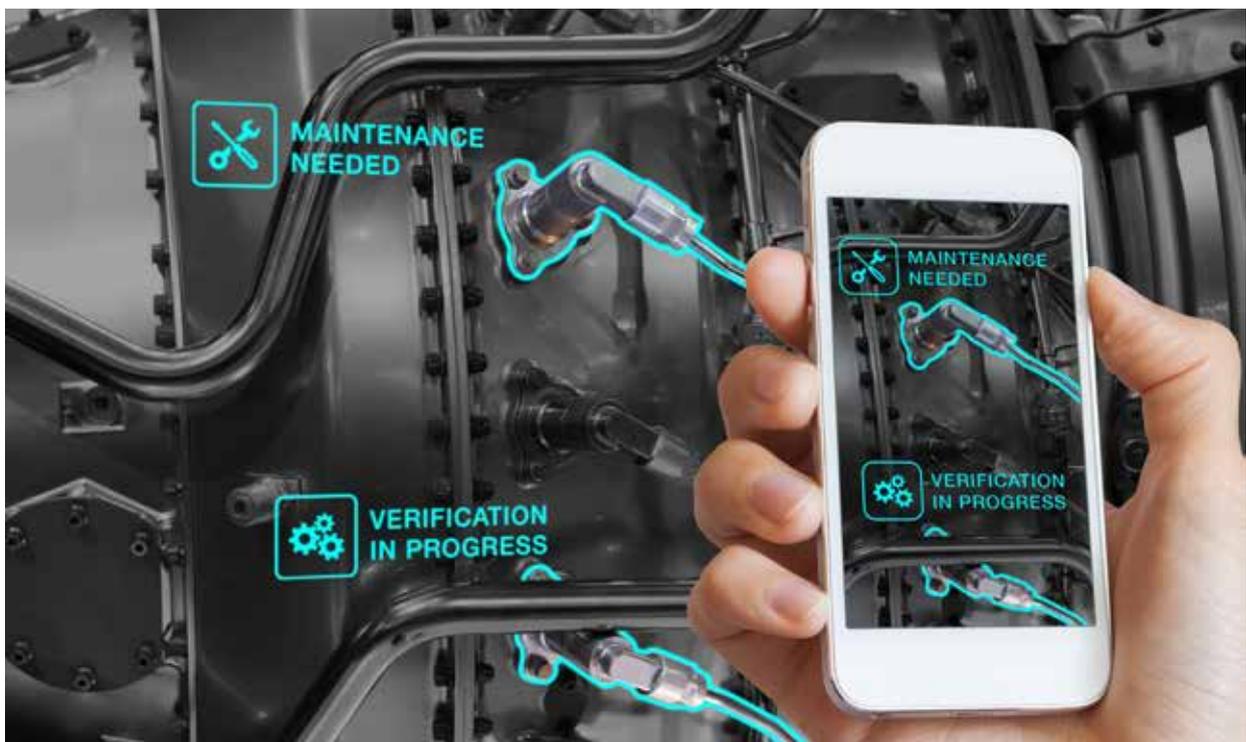
Wird man das Gedächtnis aus dem menschlichen Geist extrahieren und auf die Cloud laden können und so den Traum des «Gehirns im Tank» aufs Äusserste treiben? Das umstrittene Neurowissenschafts-Start-up [Nectome](#) sah sich im Jahr 2018 mit scharfer Kritik konfrontiert, nachdem es diesen Bereich als Forschungsbereich vorschlug<sup>12</sup>, begleitet von einer unbedachten Werbekampagne, die «100 % fatale» digitale Backups des menschlichen Verstands versprach. Kurz darauf [distanzierte sich](#)<sup>13</sup> das MIT öffentlich vom Start-up, dem es ursprünglich einen kleinen Förderbeitrag angeboten hatte, wobei es so weit ging, einen Blog zu veröffentlichen, in dem die Wissenschaft und der Ansatz kritisiert wurden:

«Es ist möglich, dass wir eines Tages gestützt auf genügend detaillierte biomolekulare Karten mit hoher Genauigkeit neurale Kreisläufe in einem Computer simulieren können. Derzeit wissen wir aber nicht, wie eine solche Simulation aussehen würde, auch wenn sie auf die Grösse eines menschlichen Gehirns vergrössert wird. Dieses Verständnis erfordert eine neue Wissenschaft, die einen nichtlinearen Sprung von der heutigen Neurowissenschaft darstellt, und einige Menschen sehen dies als unlösbares Problem an (alias «hartes Problem» des Bewusstseins.)»

Das Unternehmen [schwenkte](#) auf die Erforschung der menschlichen Gedächtniskonservierung und -entnahme um<sup>14</sup>.

Liegt eine Simulation des menschlichen Gehirns in Reichweite? Eine internationale Gruppe von Wissenschaftlern veröffentlichte Forschung mit den Algorithmen, welche die Funktionen von Neuronen und Synapsen steuern, die den menschlichen Verstand kontrollieren. Allerdings gibt es auf der Erde keinen genügend leistungsfähigen Computer, um sie zu testen. Die Simulation würde Computer erfordern, die [hundertmal leistungsfähiger](#) sind als die derzeit verfügbare komplexeste Hardware<sup>15</sup>. Auch wenn ein Erfolg ein neues Instrument für die Analyse von Gehirnfunktionen liefern würde, das bei der Behandlung von Anfällen und Missbildungen helfen könnte, bildet es keine Gedächtnis- oder Persönlichkeitsfunktion nach. Vorerst bleibt der Traum eines Verstands, der in der Cloud als Information weiterlebt, rein spekulativ.

### Der Cyborg: der Körper wird zur Maschine



Ein Prototyp für eine erweiterte Realitätschnittstelle für das Ingenieurwesen, in der Information über die echte Welt analysiert und Daten als digitale Schicht über ein Gerät dargestellt werden.

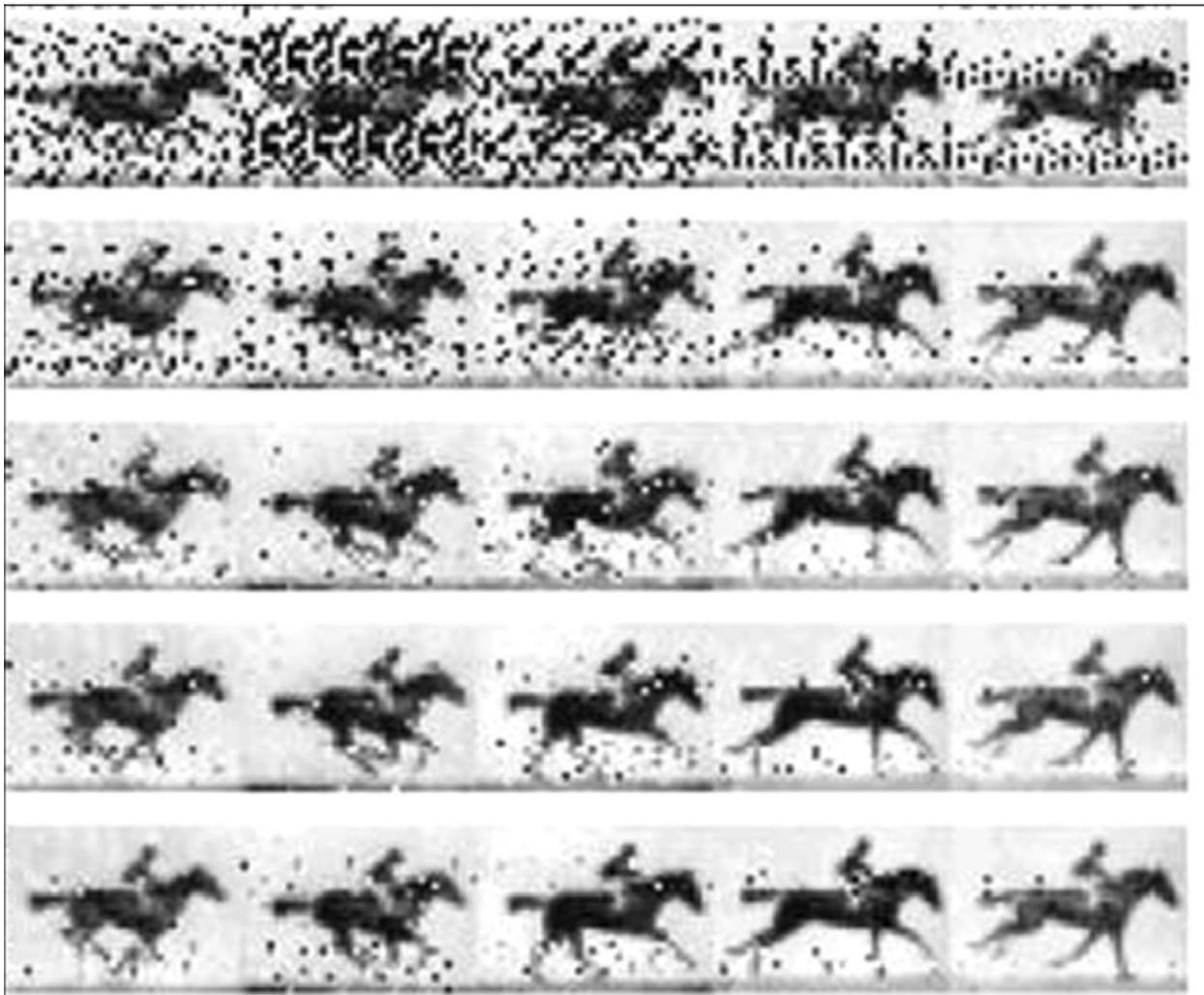
Wenn Forschende tiefer gehende Modelle des menschlichen Verstands kultivieren und ihre Fähigkeit erweitern, um biologische und in silico Daten auszutauschen, wird der Cyborg – ein cyber-organischer Mensch – stärker ins Blickfeld gerückt. Fern der Science-Fiction-Szenarien besagt ein heutiger Denkansatz, dass jeder Mensch mit einer digitalen Optimierung ein Cyborg ist, einschliesslich jener mit [Cochleaimplantaten](#)<sup>16</sup> für ein besseres Hörvermögen.

Nahtlose Eingangspunkte für Informationen – heute über Smartphones – waren die treibende Kraft hinter Projekten wie Googles [Glass](#)<sup>17</sup> oder Snapchats [Spectacles](#)<sup>18</sup>. Beides sind Brillen mit einer zusätzlichen digitalen Fähigkeit. Während die Spectacles aufnehmen, was man sieht, kann Glass eine Datenschicht zur Sicht auf die Welt hinzufügen.

Die Forschung gibt sich nicht mit Brillen zufrieden und entwickelt intelligente Kontaktlinsen, die für eine nahtlose gleichzeitige Interaktion mit der physischen und der Datenwelt über das menschliche Auge gelegt werden können. Einige Prototypen wurden für die Überwachung des [Zuckerspiegels in Tränen](#)<sup>19</sup> entwickelt, die genutzt werden könnten, um Diabetiker auf Gesundheitsrisiken aufmerksam zu machen. Aber es ist schwierig, komplexere Datenanalysen und Anzeigen zu produzieren. Samsung meldete ein [Patent](#) für intelligente Kontaktlinsen an, die Videos aufnehmen können<sup>20</sup>. Es ist jedoch noch nicht absehbar, ob dies ein spekulatives Design oder ein funktionierender Prototyp ist.

Eines der Probleme für die sogenannten intelligenten Linsen ist der Strom: Die meisten Linsen sind aus Hydrogel, ein weiches und flexibles Material, das gefahrlos auf das menschliche Auge gesetzt werden kann. Aber Hydrogel besteht zu 90 % aus Wasser, was die Ankoppelung an eine elektrische Stromversorgung erschwert. Zu den weiteren Entwicklungspfaden gehört eine [flexible Mikrobatterie](#), die eine Kontaktlinsenanzeige während mehrerer Stunden antreiben könnte<sup>21</sup>, obwohl sie als Schnittstelle und nicht als Bildschirm vorgeschlagen wurde, da sie sich mit der Verfolgung von Augenbewegungen und des Blinzeln besser für die Übermittlung von Befehlen an ein externes Gerät eignet.

Unterdessen erforschen Biohacker den Körper bereits als Ort für die Datenspeicherung. Ein Team von Biohackern hat ein Implantat geschaffen, das aus dem Innern ihrer Körper einen [Chatroom- und Filmstreamingdienst](#)<sup>22</sup> be-



Videoausschnitte eines reitenden Mannes, die als [visuelle Daten in DNA-Muster](#) kodiert und zurückgewonnen wurden. Shipman et al., doi: 10.1038/nature23017. digitale Schicht über ein Gerät dargestellt werden.

treibt, wobei sie in ihren Körpern kabellos ladende Geräte installierten. Diese Geräte machen nichts weiter als eine geschickt arrangierte Festplatte, werfen aber Sicherheitsbedenken auf. Daten können heimlich gespeichert werden und die Daten an irgendjemanden in der näheren Umgebung übermittelt werden, ohne dass ein sichtbares Gerät verwendet wird. Die Geräte können im Nahbereich zudem an ein Netzwerk angeschlossen werden und das Potenzial für ein Internet der Dinge schaffen, das zwischen «gehackten» Menschen funktioniert, oder Daten an ein alternatives Netzwerk übermitteln, was zur Möglichkeit eines «menschlichen Dark Web» mit der heimlichen Übermittlung von illegalen Daten führt.

Heute besteht diese Technologie aus in Körper implantierter Hardware. Aber Forschende machen Fortschritte in der Entwicklung von Computern, die genbearbeitende Technologien (CRISPR) verwenden, um einen [Dual-Core-Prozessor](#) zu schaffen, der im menschlichen Gewebe bestehen kann<sup>23</sup> und auf chemische Signale im Körper reagiert, beispielsweise mit der Freisetzung einer spezifischen Medizin als Reaktion auf eine Krankheit. Die Datenverschlüsselung in menschlicher DNA ist seit 2017 möglich, als Forschende [2 GB Daten](#)<sup>24</sup> – einschliesslich eines vollständigen Stummfilms aus dem Jahr 1895 – in menschlicher DNA verschlüsselten, die gespeicherte Daten für über [eine Million Jahre](#)<sup>25</sup> aufbewahren kann. Wenn die Verbindung dieser Technologien die Tür zu Biocomputing in unserem Körper öffnet und dabei vollständig organische Systeme verwendet, nähern wir uns dem Zeitalter des Science-Fiction-Cyborgs noch weiter an.

### Künstliche Intelligenz: von Assistenten zu Managern?

Die Verschmelzung von Mensch und Maschine ist ein Wendepunkt für die Zukunft. Ein anderer ist der Aufstieg einer vollständig unabhängigen Intelligenz. Diese Intelligenz wäre unabhängig vom Menschen fähig zur Ausführung von mentalen Aufgaben oder zur Arbeit mit den Menschen an der Lösung von schwierigen Problemen. Dies in einem Umfang, der den menschlichen Verstand übersteigt, wie das schnelle Finden von Mustern und die Prognose ausgehend von riesigen Datensätzen. Während die Vision des Cyborgs oft mit einer Schnittstelle über die Augen und Ohren dargestellt wird, wird die Vorstellung der künstlichen Intelligenz oft mit der Stimme ausgedrückt.

Wir konzentrierten uns lange auf die künstliche Intelligenz als eine Denkweise, die ein Sprachverständnis erlangt. Bald werden die Maschinen jedoch fähig sein, diese Art der Intelligenz überzeugend zu imitieren. Das laute Sprechen mit heutigen virtuellen Assistenten wie Siri und Alexa erfordern Geräte mit einem differenzierten Verständnis der menschlichen Sprache. Dies animierte jüngste Investitionen und Entwicklungen in der Verarbeitung natürlicher Sprache (Natural Language Processing NLP), einer Art KI, die komplexe gesprochene oder getippte Sprache erkennt und angemessen reagiert. 2019 veröffentlichte [OpenAI](#) (eine nicht gewinnorientierte Forschungseinrichtung in San Francisco<sup>26</sup>) das GPT2-Sprachmodell für eine NLP genannt Transformer, die ursprünglich von Google entwickelt wurde, um Text vorherzusagen, der in ein Smartphone eingegeben wird. Beim Trainieren eines künstlichen Intelligenzprogramms mit 8 Millionen Webseiten erkannten die Forschenden von OpenAI, dass die gleiche Software gestützt auf nur wenige Beispielsätze von falschen Nachrichten bis zu Kurzgeschichten alles kreieren konnte. OpenAI [weigerte sich, das Modell](#) in seiner vollständigen Form zu veröffentlichen, weil es Angst vor den unvorhergesehenen Konsequenzen der öffentlichen Verwendung hatte<sup>27</sup>.

Diese Technologie für die Verarbeitung natürlicher Sprache würde weiter gehen als die einfache Erschliessung von neuen Schnittstellen für Menschen und Maschinen. NLP können nicht nur Text generieren, sondern auch für die intelligente Textanalyse verwendet werden. Ein Ziel ist die Entwicklung einer Maschine, die komplexes Textmaterial lesen und zuverlässige, [menschenslesbare Zusammenfassungen](#)<sup>28</sup> verfassen kann. Google und die Universität Stanford beispielsweise haben Software getestet, die einem Arztbesuch zuhört und für die elektronische Patientenakte eine [Zusammenfassung der Diagnose in einfacher Sprache](#) produziert<sup>29</sup>. Eine weitere Möglichkeit ist die Entwicklung von Chatbots und anderen virtuellen Assistenten. Kommerzielle Produkte wie [Replika](#)<sup>30</sup>, [X2AI](#)<sup>31</sup> und [Woebot](#)<sup>32</sup> trachten danach, aufgabenstellende Anwendungen wie Siri und Alexa in mitfühlende Assistenten zu verwandeln, mit denen spät in der Nacht über menschliche Empfindungen gesprochen werden kann.

Wenn jedoch die NLP aus der menschlichen Intimität mit einer Maschine Sinn erzeugt, kann sie ebenso für Maschinen angewandt werden, um weitere Spaltungen zwischen menschlichen Nutzern zu inspirieren und der rechnergestützten Propaganda mehr Macht gegeben. Sie kann aber auch für die Verstärkung von spaltenden politischen Botschaften mit sozialen Medienbots verwendet werden. 2018 sperrte die soziale Medienseite Twitter [70 Millionen Konten](#), die von Bots betrieben wurden<sup>33</sup>. Im gleichen Jahr verkündete Facebook, dass [3 Milliarden](#) seiner Konten gefälscht waren<sup>34</sup>, die aus verschiedenen Gründen geschaffen wurden, einschliesslich für die Stärkung des Popularitätsindex von anderen Konten oder für die Verbreitung von spezifischen Nachrichten im Netz. Solche «Botarmeen» werden hauptsächlich benutzt, um eine falsche Darstellung zu verbreiten – durch das Retweeten von Nachrichten, die von einem Menschen geschrieben wurden, um seinen Suchrang, sein soziales Kapital oder die wahrgenommene Popularität aufzubessern. Zusammen mit der rudimentärsten NLP-Software können solche Konten aber einen einzelnen Satz von einem menschlichen Masternutzer nehmen, ihn scannen, praktisch unbegrenzte Varianten schaffen und sogar nicht rückverfolgbar auf Kommentare zum Thema antworten und so die Fähigkeit weiter trüben, zwischen Bot- und menschlichem Verhalten auf Webseiten wie Facebook und Twitter zu unterscheiden.

Es gibt zahlreiche Beweise für menschenkontrollierte [Fehlinformations- und Überzeugungskampagnen](#), die Botnetzwerke verwenden, um Wahlen in Brasilien, in der Türkei, Schweden, Grossbritannien, den USA und vielen anderen Ländern zu beeinflussen<sup>35</sup>. Die Erweiterung dieser Technologien mit der Verarbeitung natürlicher Sprachen könnte zu überzeugenderen autonomen Konten führen, mit denen die Illusion der Unterstützung der Basis für eine

politische Partei oder Initiative geschaffen wird, indem tausende von falschen Beschwerden oder Kommentaren über Journalisten, Politiker oder Petitionen generiert oder Einschüchterungskampagnen gegen Einzelpersonen oder Institutionen über soziale Medien koordiniert werden.

Wenn es unmöglich ist, echte Menschen von automatisierten Algorithmen zu unterscheiden, die über eine Software kommunizieren, wird die Öffentlichkeit untergraben und das Vertrauen ausgehöhlt, das für das Schmieden einer gemeinsamen Grundlage und Kompromissen zwischen konkurrierenden Parteien, Überzeugungen oder Glauben notwendig ist. Gekoppelt mit einer noch höheren Kommunikationsgeschwindigkeit und der Psychologie der tiefen Immersion in neue Hilfsmittel wie VR – oder AR, das als Überlagerung über der bestehenden Welt zu einem noch stärkerem Abbau der Mittlerrolle zur objektiven Realität führen würde – entsteht eine ganze Bandbreite neuer Verwundbarkeiten des öffentlichen Diskurses.

Die Auswirkung der heutigen Botarmeen auf die Verstärkung der digitalen Propaganda wurde als Schritt weg von der traditionellen Medienpropaganda mit Radio, Fernseher oder Flyer theoretisiert, als [Mitmachpropaganda](#)<sup>36</sup> – eine Produktion von vorsätzlich aggressiven computerisierten Interaktionen mit Menschen mit der einzigen Absicht, zu frustrieren, Emotionen zu verstärken und den bürgerlichen Dialog als aussichtslos darzustellen. Eine Funktion der heutigen Desinformationskampagnen in den sozialen Medien ist die Fähigkeit der Akteure, den Erfolg mit einer Reihe von Marketingkennzahlen zu messen: mit Klicks, Likes, Shares, Reaktionen. Diese Aktionen könnten mit NLP weiter manipuliert werden, um Nachrichten zu «lernen», die Feindseligkeit, Shares und Reaktionen hervorrufen – im Grunde gemeinsam erzeugte Propaganda mit einem Zielpublikum.

### Von der Black Box zur erklärbaren KI

Abgesehen von der Fähigkeit, mit uns zu reden, wird die nächste KI-Generation voraussichtlich über eine Art Ichbewusstsein verfügen. Fern von den ausgereiften Science-Fiction-Robotern fokussiert ein noch junges Gebiet – erklärbare künstliche Intelligenz oder XAI – auf die Schaffung von Systemen, die für die Algorithmen und ihre Outputs Rechenschaft ablegen können.

Heute leiden die in künstlicher Intelligenz verwendeten Algorithmen am Black-Box-Syndrom. Die Maschine analysiert Muster, verwendet diese, um die Ausgabe vorherzusagen und teilt diese Ausgabe mit dem Nutzer. Der Prozess, den die Maschine von der Musteranalyse bis zur Vorhersage durchläuft, ist oft unklar – die Methodologie wird beeinflusst vom Mustersuchprozess der Maschine, von den riesigen Datensätzen und von Codes, die oft von Ingenieur- und Forschungsteams erstellt wurden, die unabhängig voneinander an Modulen eines grösseren Systems arbeiten. Als Folge davon ist KI bekannt für unkorrekte, unzuverlässige und/oder verzerrte Ausgaben, die von Menschen oft nicht sofort erkannt werden.

Die Lösung dafür wird XAI – erklärbare KI – genannt und als paralleler Prozess zur Datenanalyse einer KI vorgestellt. Sie wird entweder als Teil der Hilfsmittel konzipiert, der eine Skizze der benutzten Logik erstellen kann, oder als externes Hilfsmittel, das die Ausgabe einer anderen Maschine rückentwickeln und aufschlüsseln kann, wie die KI zu einer Schlussfolgerung kam. [DARPA betrachtet XAI](#) als Mittel für den Erhalt einer «Zweitmeinung» zu den Empfehlungen von automatisierten Systemen<sup>37</sup>. Aber sie könnte auch Unternehmen helfen, indem die Ingenieure durch das Verständnis der Maschinenmodelle die Möglichkeit hätten, die Logik der maschinellen Zusammenhänge gestützt auf ein Verständnis der Welt in Echtzeit anzupassen. Falls KI universeller autonom eingesetzt werden soll, ist dies grundlegend – beispielsweise für den Einsatz von selbstfahrenden Fahrzeugen. Auch wenn nur wenige selbstfahrende Autos vor einer Strassensperre beschleunigen (wie dies ein [Teslamodell 2018 tat](#)<sup>38</sup>), ist dies ein unannehmbares Risiko, das in einem Black-Box-Algorithmus extrem schwierig identifizierbar ist. Ein XAI-Prozess wäre fähig, eine für Menschen verständliche Auslesung mit dem Grund für diese Entscheidung zu schaffen.

Da die künstlichen Intelligenzprozesse Unmengen von Hardware- und Datenverarbeitungsleistung fressen, ist es schwierig, redundante oder parallele Prozesse zu kreieren. Die Zukunft von XAI bleibt beschränkt, solange nicht mehr dieser Leistung verfügbar ist. Solange der Druck für die algorithmische Rechenschaft durch Vorschriften wie im «[Erklärungsrecht](#)<sup>39</sup>» der [DSGVO](#)<sup>40</sup> aber steigt, ist es wahrscheinlich, dass XAI noch höhere Priorität erlangt.

### Die Zukunft der Fakten

Für das Verständnis der zukünftigen Unwahrheiten können wir das Phänomen der «Fake News» betrachten – das Teilen von absichtlich falschen Informationen im Netz. Eine [Studie der Knight Foundation](#) deutet an, dass die meisten Nutzer (84 %) Falschnachrichten teilten, um darauf aufmerksam zu machen, dass sie falsch sind<sup>41</sup>. 27 % der Falschnachrichten wurden absichtlich und wissentlich geteilt, um die Nachricht zu verstärken oder um jene vor den Kopf zu stossen, die sie als Ziele betrachteten.

Auch wenn nicht all jene, die Falschnachrichten teilen oder lesen, diese glauben, haben weit verbreitete Unwahrheiten Auswirkungen auf das Verständnis der Tatsachen. Es ist erwiesen, dass wiederholter Kontakt mit Unwahrheiten zur Bereitschaft führt, [einen Kompromiss](#)<sup>42</sup> zwischen erwiesenen Tatsachen und [häufig wiederholten](#)<sup>43</sup> Lügen zu schliessen. Studien zeigten auf, dass [parteiische Argumentationen](#)<sup>44</sup> unsere Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten, beeinflussen können.

Es wurden eine Reihe von technischen Lösungen vorgeschlagen. Im Fall der KI-generierten Deepfakevideos entwickelte Amnesty International – das Interesse daran hat, Videodokumentationen von Menschenrechtsverletzungen zu legitimieren – ein Labor für die [rasche Beurteilung, ob Videos zeigen, was sie behaupten](#)<sup>45</sup>. Mit der Verwendung von traditionellen Techniken zusammen mit online verfügbaren Daten – geogetagte Fotos, Google Street View und Maps zum Beispiel – kann die NGO die Glaubwürdigkeit eines Videos als Beweis festlegen.

In den USA arbeitet der Nachrichtenriese New York Times an der Lösung des Problems durch die Authentifizierung von Neuigkeiten mit Blockchaintechnologie. Gestützt auf den Glauben, dass «Mediennutzer, die getäuscht und verwirrt werden, schlussendlich der Neuigkeiten müde und apathisch werden», startete die Zeitung ein Projekt, um [nach neuen Wegen zu forschen, mit denen Information](#) im Netz überprüft werden kann<sup>46</sup>. Mit dem Projekt sollen Bilder und Videos mit einer sicheren Blockchain übermittelt werden, ein rückverfolgbares Verzeichnis, das die Übertragung der Bilder zwischen Parteien verfolgt. Eine Bearbeitung des Bildes würde das Bild von der zugehörigen Übertragungslinie entfernen, wodurch die Leser sich auf das Original beziehen (und es sehen) können, um festzustellen, wie und von wem es gefälscht wurde. Andere untersuchen, ob visuell nicht wahrnehmbare aber [maschinenlesbare Wasserzeichen](#)<sup>47</sup> in Originalbildern eingefügt werden können, damit eine Störung des Wasserzeichens als Beweis für den Pfusch betrachtet werden könnte. Amber sichert diese Wasserzeichen ebenfalls mit einer verzeichnisgestützten Blockchaintechnologie.

Interessanterweise ist ein Problem für den Herkunftsnachweis durch blockchaingestützte Lösungen das Auftauchen des Quantencomputings, das benutzt werden kann, um die komplexe Verschlüsselung für die Sicherstellung der Sicherheit und Präzision der Blockchains zu überwinden. [Ein Quantencomputer kann das Sicherheitssystem problemlos überwinden](#), das eine Blockchain sicher und zuverlässig macht<sup>48</sup>. Aufgrund des Wetttrüstens in der Kryptographie wurden jedoch [Quantenblockchains](#) bereits als Lösung theoretisiert<sup>49</sup>.



Q, der Quantencomputer von IBM, ausgestellt in Deutschland.

Ebenso können [Hilfsmittel](#)<sup>50</sup> von OpenAI verfassten Text bereits mit einer hohen Gewissheit identifizieren, indem Muster in der GPT2-Ausgabe erkannt werden. Andere verwenden NLP für die schnelle Erkennung von [Mustern und Zusammenhängen](#)<sup>51</sup> in der automatisierten Propaganda, die in sozialen Netzwerken produziert wird, und analysieren bekannte Falschnachrichten, um Anzeichen aufzuspüren (beispielsweise emotionale Sprache) und einen autonomen maschinell lernenden Algorithmus zu entwickeln, der neue Beispiele erkennt und markiert, sobald sie erstellt werden.

Bei Bildern könnte bearbeitetes Material durch den [Vergleich mit einer Datenbank](#) mit Bilderdaten identifiziert werden. Die heutige Technologie wird verwendet, um Bilder mit Menschenhandelsopfern zu identifizieren. Sie könnte schlussendlich aber auch Ähnlichkeiten zwischen verdächtigen Bildern oder Videos und bereits vorhandenem Inhalt erkennen, falls diese Quellen online verfügbar sind.

## Einfachheit für Datenschutz eintauschen?

Für KI und andere Systeme, die die Vorteile von organisierteren Gesellschaften versprechen – von der Verkehrsteuerung mit intelligenten Autos bis zu energieeffizienten intelligenten Häusern – werden komplexe Datenflüsse benötigt. Aber jeder Vorteil fordert ein [Opfer](#)<sup>53</sup>, schafft einen neuen Cyborg, in dem wir, anstelle mit der Maschine eins zu werden, in eine Datenüberwachung eintauchen, die uns wie eine unsichtbare zweite Haut umgibt. Dies führt zu Datenbanken mit sensiblen Daten, zu Netzwerken, auf die Hacker oder Einrichtungen Zugriff haben.

Wie im Kapitel Kommunikation angesprochen könnte der Schutz der Daten vor übelwollenden Akteuren auf die Fortschritte in der [Quantenverschlüsselung](#) hinauslaufen, bei der die Information buchstäblich kollabiert, wenn sie von einem ungeplanten Beobachter abgefangen wird<sup>54</sup>.

## Was kommt als Nächstes?

Es kann mit Sicherheit gesagt werden, dass die Daten das Rückgrat unserer zukünftigen Gesellschaft sein werden. KI und Algorithmen, die grosse Datenmengen sortieren können, um in grossem Massstab Entscheidungen zu treffen, versprechen die Schaffung des Raums für eine komplexere Gesellschaft. Für das Verständnis der Zukunft der Daten können wir den Grundsatz der induzierten Nachfrage hinzuziehen: In Verbindung mit dem Bau von Autobahnen lässt die induzierte Nachfrage darauf schliessen, dass etwas, je verfügbarer es ist, umso mehr genutzt wird. Wenn wir eine Kapazität erreichen, werden Produkte effizienter, aber schlussendlich bedeutet dies nur, dass wir mehr aus den Kapazitäten machen, die wir haben. Je mehr Daten KI verarbeiten kann, umso schneller werden wir mehr Daten – und komplexere KI für das Aussortieren – produzieren. Wenn uns die erklärbarere KI Einblicke in maschinelle Entscheidungen gibt und wir die Mittel haben, unsere eigene Fähigkeit zu digitalisieren, um noch komplexere «Erklärungen» zu verarbeiten – dann können wir die Komplexität von Infrastrukturen, Gesellschaft und Kommunikation noch weiter erhöhen.

Entscheidend für unsere Zukunft ist die Gestaltung und Umsetzung von Technologien für den Umgang mit dieser schwindelerregenden Komplexität. Geht sie in Richtung Dystopie, können wir algorithmische Abbildungen von Verzerrungen und Entmenschlichung ignorieren, die weiter in immer kompliziertere Systeme eingebettet, verschleiert und verstärkt werden, während Maschinen Entscheidungen treffen, die wir Menschen nicht verstehen können. Oder wir können die utopische Sicht weiterverfolgen: Eine Welt, in der die Maschinen fest in unserer Hand sind und gebaut werden, um mit durchdachter Technik menschenzentrierte Aufgaben zu erfüllen.

Es gibt bereits neue, breit interdisziplinäre Forschungsfelder, die sich mit diesen Fragen befassen. Der Bereich [Maschinenverhalten](#) ist die Untersuchung des algorithmischen Einflusses auf die echte Welt<sup>55</sup>, während [angewandte Kybernetik](#)<sup>56</sup> untersucht, wie kleine Designüberlegungen diese Systeme im Grossen beeinflussen. Dieser Ansatz ist in gewisser Weise beschränkt auf beobachtbare Konsequenzen der angewandten Algorithmen, aber er verweist auf neue Hilfsmittel für das bessere Verständnis und das Erkennen von Fehlern in KI-Technologien vor und nach ihrem Einsatz.

Ob eine utopische Zukunft mit einer nahtlosen Freizeitgesellschaft oder ein dystopisches Bild der Menschheit auf uns wartet, die ihren Weg im Labyrinth der binären Operationen verliert, liegt möglicherweise – um es mit einem aktualisierten Sprichwort zu sagen – in der digitalen Kontaktlinse der Betrachterin.

## Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. <https://www.nytimes.com/2019/05/07/opinion/data-privacy.html>
2. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-cheat-sheet-digital-twin/>
3. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/11/google-sidewalk-labs/575551/>
4. <https://www.hpe.com/us/en/newsroom/press-release/2018/07/hpe-helps-epfl-blue-brain-project-unlock-the-secrets-of-the-brain.html>
5. <https://www.humanbrainproject.eu/en/brain-simulation/brain-simulation-platform/>
6. [https://de.wikipedia.org/wiki/In\\_silico](https://de.wikipedia.org/wiki/In_silico)
7. <https://engineeringbiologycenter.org/>
8. <https://www.wired.com/story/live-forever-synthetic-human-genome/>
9. <https://dnasec.cs.washington.edu/>
10. <https://www.theverge.com/2016/7/7/12114480/dna-storage-ok-go-microsoft-university-washington-twist-bioscience>
11. <https://wyss.harvard.edu/technology/digital-information-storage-in-dna/>
12. <https://nectome.com/>
13. <https://www.media.mit.edu/posts/the-media-lab-and-nectome/>
14. <https://www.statnews.com/2019/01/30/nectome-brain-preservation-redemption/>

15. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fninf.2018.00002/full>
16. <https://www.nidcd.nih.gov/health/cochlear-implants>
17. <https://www.blog.google/products/hardware/glass-enterprise-edition-2/>
18. <https://www.spectacles.com/>
19. <https://advances.sciencemag.org/content/4/1/eaap9841>
20. <https://www.telegraph.co.uk/technology/2019/08/06/samsung-patents-smart-contact-lenses-record-video-let-control/>
21. <https://futurism.com/darpa-augmented-reality-contact-lens>
22. <https://www.wired.com/story/this-diy-implant-lets-you-stream-movies-from-inside-your-leg/>
23. <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/04/190416081416.htm>
24. <https://www.sciencemag.org/news/2017/03/dna-could-store-all-worlds-data-one-room>
25. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2015/02/speichern-fuer-die-ewigkeit.html>
26. <https://openai.com>
27. <https://openai.com/blog/better-language-models/>
28. <https://venturebeat.com/2018/11/06/microsoft-researchers-develop-ai-system-that-can-generate-articles-summaries/>
29. <https://ai.googleblog.com/2017/11/understanding-medical-conversations.html>
30. <https://replika.ai/>
31. <https://www.x2ai.com/>
32. <https://woebot.io/>
33. <https://www.washingtonpost.com/technology/2018/07/06/twitter-is-sweeping-out-fake-accounts-like-never-before-putting-user-growth-risk/>
34. <https://www.marketwatch.com/story/facebook-removes-a-record-3-billion-fake-accounts-2019-05-23>
35. <https://comprop.oii.ox.ac.uk/>
36. <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/jyzg7j6x>
37. <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence>
38. <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/HWY18FH011-preliminary.aspx>
39. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3196985](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3196985)
40. <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2018/05/rethinking-explainable-machines-next-chapter-gdprs-right-explanation>
41. [https://kf-site-production.s3.amazonaws.com/publications/pdfs/000/000/254/original/KnightFoundation\\_Misinformation\\_Report\\_FINAL\\_3\\_.PDF](https://kf-site-production.s3.amazonaws.com/publications/pdfs/000/000/254/original/KnightFoundation_Misinformation_Report_FINAL_3_.PDF)
42. <https://www.poynter.org/fact-checking/2019/why-is-fake-news-so-prevalent-researchers-offer-some-answers/>
43. [https://www.researchgate.net/publication/317069544\\_Prior\\_exposure\\_increases\\_perceived\\_accuracy\\_of\\_fake\\_news](https://www.researchgate.net/publication/317069544_Prior_exposure_increases_perceived_accuracy_of_fake_news)
44. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29475636>
45. <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2018/09/digitally-dissecting-atrocities-amnesty-internationals-open-source-investigations/>
46. <https://www.newsprovenanceproject.com/>
47. <https://ambervideo.co/>
48. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-07449-z>
49. <https://arxiv.org/abs/1804.05979>
50. <http://gltr.io/dist/index.html>
51. <https://marvelous.ai/marvelousai/>
52. <http://www.ee.columbia.edu/ln/dvmm/memex/index.html>
53. <https://www.weforum.org/whitepapers/data-policy-in-the-fourth-industrial-revolution-insights-on-personal-data>
54. <https://www.technologyreview.com/f/614209/a-super-secure-quantum-internet-just-took-another-step-closer-to-reality>
55. <https://www.quantamagazine.org/iyad-rahwan-is-the-anthropologist-of-artificial-intelligence-20190826/>
56. <https://www.igi-global.com/book/handbook-research-applied-cybernetics-systems/176081>

# Die Zukunft der Information in der Schweiz

Die Schweiz ist seit langem eine KI-Hochburg und strebt auf eine digitale und informationstechnische Revolution zu. Ihre Forschungszentren sind in verschiedenen informationsbezogenen Gebieten weit fortgeschritten und zahlreiche Unternehmen sind bereits in der Digitalisierung aktiv, speziell für medizinische Anwendungen. Trotz fehlendem rechtlichen Anti-Deepfake-Plan ist die Schweiz bereit, einen Platz an der Spitze der Informationszukunft einzunehmen.



## Digitale Zwillinge

S T A R

Die Schweiz nimmt bei den Technologien im Bereich digitale Zwillinge eine starke Stellung ein. Die EPFL ([VITA<sup>1</sup>](#)) und die ETHZ gehören zu den wichtigsten Forschungsakteuren weltweit. Mit über 25 Laboratorien führend im [Projekt Health EU<sup>2</sup>](#), das massgeschneiderte Medizin mit digitaler Technologie kombiniert, wenden sie die neusten technologischen Entwicklungen wie verbundene Gegenstände, künstliche Intelligenz und das Konzept der [digitalen Zwillinge an<sup>3</sup>](#). Die Tätigkeit der EPFL erstreckt sich mit dem Horizont-2020-Projekt QU4LITY (Digital Reality in Zero Defect Manufacturing) über [die Medizin hinaus Richtung Industrie 4.0<sup>4</sup>](#). An diesem Projekt ist zudem das Schweizer Unternehmen Agie Charmilles beteiligt. Etliche Unternehmen sind auf diesem Gebiet aktiv: Akselos<sup>5,6,7,8</sup> (weltweit führend in digitaler Zwillingstechnologie), Biovotion mit Everion<sup>9,10</sup> (spezialisiert auf tragbare Geräte, die fortgeschrittenes maschinelles Lernen mit physiologischen Biomarkern kombinieren, um Patientendaten zu überwachen und analysieren) und Nomoko<sup>11,12</sup> (digitale Zwillinge von geografischen Standorten). Einige wissenschaftliche Arbeiten über ethische und politische Herausforderungen, die mit der Entwicklung der digitalen Gesundheit in der Schweiz einhergehen, wurden 2018 von der [ETHZ und der Universität Cambridge durchgeführt<sup>13</sup>](#).

## Digitale Genetik

S T A R

2015 speicherte die ETHZ den Text des Bundesbriefs von 1291 als Konzeptnachweis mit einer eigenen [Technik in einer DNA<sup>14</sup>](#). 2017 speicherte die EPFL zusammen mit dem US-Unternehmen Twist Bioscience, Microsoft und der Universität Washington als Teil des Montreux Jazz Digital Projects zwei Lieder in [DNA-Strängen<sup>15</sup>](#). 2018 speicherte das Functional Materials Laboratory der ETHZ mit Hilfe seines [Zürcher Spin-Offs TurboBeads<sup>16</sup>](#) ein ganzes Musikalbum (15 Megabyte) von Massive Attack in Form von DNA-Molekülen, [die in winzige Glaskügelchen gegossen wurden<sup>17</sup>](#). Die ETHZ verfügt zudem über sehr fortgeschrittene [Kapazitäten in am Computer gestalteten Genomen<sup>18</sup>](#).

## Digitales Backup des menschlichen Verstands

S T A R

Transhumanismus ist derzeit noch kein echtes Thema in der Schweiz, ebenso wenig wie das digitale Backup des menschlichen Verstands. Die Forschung, die diesem Thema am Nächsten kommt, ist das [Blue-Brain-Projekt<sup>19</sup>](#), das digitale Rekonstruktionen des Gehirns bauen und simulieren will.

## Simulation des menschlichen Gehirns

S T A R

Die Schweiz nimmt in der Simulation des menschlichen Gehirns eine Spitzenposition ein. Das Land führt das [Blue-Brain-Projekt<sup>20</sup>](#) durch, das darauf abzielt, biologisch detaillierte digitale Rekonstruktionen und Simulationen des Gehirns von Nagern und schlussendlich des Menschen herzustellen. Das Blue-Brain-Projekt wird von IBM und der EPFL durchgeführt. Seit 2005 arbeiten über 80 Forschende daran, die über [160 wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht haben<sup>21</sup>](#). Gestützt auf die im Blue-Brain-Projekt entwickelten Forschungsstrategie wurde 2010 das europäische [Human Brain Project \(HBP\)<sup>22</sup>](#) gestartet, ein Konsortium von 131 europäischen und weltweiten Partnern, in dem die EPFL einen zentralen Platz einnimmt<sup>23</sup>.

## Cyborg

S T A R

Schweizer Forschungszentren sind massgeblich an diesem Thema beteiligt. Projekte decken Gehirn-Maschine-Schnittstellen (EPFL<sup>24, 25, 26</sup>, ETHZ, [Universität Bern](#)<sup>27</sup>), Exoskelette (EPFL<sup>28, 29</sup>, ETHZ<sup>30, 31</sup>, [HSR](#)<sup>32</sup>) und angetriebene Prothesen (EPFL<sup>33</sup>, [ETHZ](#)<sup>34</sup>, [Universität Bern](#)<sup>35</sup>, [HES-SO](#)<sup>36</sup>) ab. Der am 1. Dezember 2010 gestartete nationale Forschungsschwerpunkt (NFS) Robotik ist eine vom Schweizerischen Nationalfonds finanzierte, landesweite schweizerische Organisation, die erstklassige Wissenschaftler der EPFL, ETHZ, [UZH](#)<sup>37</sup>, [IDSIA](#)<sup>38</sup>, [UNIBE](#)<sup>39</sup> und [Empa](#)<sup>40</sup> zusammenführt, um vom Gehirn kontrollierte Exoskelette und Prothesen zu entwickeln. Es wurden bereits verschiedene Start-ups gegründet: [Fes-ability](#)<sup>41</sup>, [Intento](#)<sup>42</sup>, [MyoSwiss](#)<sup>43</sup>, [Noonee](#)<sup>44</sup>, [SenArs](#)<sup>45</sup> und [TWIICE](#)<sup>46</sup>. In der Schweiz gibt es zudem Organisationen wie [SwissLimbs](#)<sup>47</sup> und [Project Circleg](#)<sup>48</sup>, welche die Verwendung von angetriebenen Beinprothesen aktiv fördern.

## Intelligente Kontaktlinsen

S T A R

Die Entwicklung von intelligenten Kontaktlinsen steht in der Schweiz hauptsächlich in Verbindung mit dem medizinischen Bereich. Mehrere Schweizer Unternehmen entwickeln intelligente Linsen für die medizinische Überwachung (Behandlung des grünen Stars): [Sensimed](#)<sup>49</sup>, Tissot Medical Research<sup>50, 51</sup> und [Fabrinal](#)<sup>52</sup>. Sowohl an der EPFL<sup>53, 54</sup> als auch an der [ETHZ](#)<sup>55</sup> laufen Projekte im Bereich intelligente Linsen. 2014 verkündete Novartis (Alcon Augenpflege) die Zusammenarbeit mit Google (Verily) für die Entwicklung von Hightech-Kontaktlinsen für die Echtzeitüberwachung des Blutzuckerwerts für Diabetikerinnen und Diabetiker. Nach fünf Entwicklungsjahren beschloss das Duo, dieses Projekt zu pausieren, da die ersten Ergebnisse nicht aussagekräftig waren. Sie entschieden, neue Richtungen wie die intelligente Kontaktlinse zu erforschen, um das Sehvermögen nach der Operation des grauen Stars zu verbessern, oder Kontaktlinsen für die Behandlung von Altersweitsichtigkeit.

## Körperspeicher

S T A R

Die ETHZ schuf einen biosynthetischen Dual-Core-Zellcomputer, «[den ersten Zellcomputer mit mehr als einem Rechnerkern](#)<sup>56</sup>». ETH-Forscher haben zwei Rechenkern, die auf dem CRISPR/Cas9-System beruhen, in menschliche Zellen integriert. Ihre mögliche Anwendung ist die biologische Signalerkennung sowie die Krebsbehandlung. Das Departement Biosysteme (D-BSSE) erforscht die Anwendung von informationsverarbeitenden Diagnoseschaltungen in Zelltherapien und die Gewebezucht (Tissue Engineering) für die Überwachung des aktuellen Zellstatus<sup>57, 58</sup>.

## Künstliche Intelligenz

S T A R

In der Schweiz wird die künstliche Intelligenz (KI) seit langem erforscht. 1971 wurde das weltweit erste KI-Zentrum in Manno, einem Vorort von Lugano, gegründet. Zwei weitere Zentren folgten: das ISSCO an der Universität Genf (Semantik) und 1991 das [IDIAP](#)<sup>59</sup> in Martigny, das auf die [Wahrnehmung spezialisiert ist](#)<sup>60</sup>. Zu diesen «einheimischen» Einrichtungen kamen später Google (2500 Datenwissenschaftler in Zürich), Facebook, das 2016 [Zurich Eye übernahm](#) (ETHZ Spin-off)<sup>61</sup>, [IBM](#)<sup>62</sup> und [Microsoft](#)<sup>63</sup>. Mit zahlreichen führenden Wissenschaftlern gehört das Land heute zu den Vorreitern der KI-Forschung: [ETHZ](#)<sup>64</sup>, [EPFL](#)<sup>65</sup>, [Universität St. Gallen](#)<sup>66</sup>, [IDIAP](#)<sup>67</sup> und [IDSIA](#)<sup>68</sup>. S-GE bezeichnete die Schweiz 2019 in einem Bericht als «[Hub für künstliche Intelligenz](#)<sup>69</sup>». Die europäische KI-Landschaft von Asgard im Jahr 2017 stellte fest, [dass die Schweiz die meisten KI-Unternehmen pro Kopf hat](#)<sup>70</sup>. Wichtige Schweizer Unternehmen im Bereich KI sind: [NVISO](#)<sup>71</sup>, [SpinningBytes](#)<sup>72</sup> und [MindMaze](#)<sup>73</sup>.

## Chatbots

S T A R

Viele Schweizer Unternehmen benutzen für ihren Kundendienst bereits Chatbots<sup>74, 75</sup> (Helvetia<sup>76, 77</sup>, [SBB](#)<sup>78</sup>, [PostFinance](#)<sup>79</sup>, [Swiss](#)<sup>80, 81</sup>, [Swisscom](#)<sup>82</sup>). Mehrere Unternehmen entwerfen und realisieren Chatbots. Dazu gehören: [ObeeOne](#)<sup>83</sup> (entwickelt mit der HES-SO), [Dermintel](#)<sup>84</sup>, [Sirobot](#)<sup>85</sup>, [Enterprise Bot](#)<sup>86</sup>, [ELCA](#)<sup>87</sup>, [AdNovum](#)<sup>88</sup>, [Paixon](#)<sup>89</sup> und [SpinningBytes](#)<sup>90</sup>. Die ETHZ, Universität St. Gallen und das Schweizer Institut für Sucht- und Gesundheitsforschung entwickelte eine Open-Source-Verhaltensinterventionsplattform (Chatbot) für vollständig automatische digitale Interventionen, die [MobileCoach genannt wird](#)<sup>91</sup>. Die Schweizer Regierung verwendet diese [Technologie](#)<sup>92</sup> in der Politik, aber die politischen Parteien verwenden [soziale Medien und Technologie nur zögerlich](#)<sup>93</sup>.

## Prävention von Fake News

S T A R

Im [Juni 2018](#)<sup>94</sup> anerkannte der Bund Fake News als mögliche Bedrohung für das politische System des Landes, das sich auf die direkte Demokratie stützt. Diese Ansicht wird von [75 % der Bevölkerung geteilt](#)<sup>95</sup>. Trotz dieser möglichen Bedrohung wird in der Schweiz kein «Antideepfakeplan» in Betracht gezogen. Eine strengere Gesetzgebung wie dies Frankreich überlegt wird als Risiko betrachtet, weil die politische Debatte in die Gerichtshöfe verlagert und die Rede- und Pressefreiheit eingeschränkt werden könnte. Die bestehenden Gesetze werden als genügend streng angesehen. Quantum Integrity, ein Start-up der EPFL, entwickelt eine Software, die Deepfakevideos erkennt. [Sie sollte 2020 einsatzfähig sein](#)<sup>96</sup>. Ein anderes, ähnliches Projekt wird von [IDIAP durchgeführt](#)<sup>97</sup>. Professor Monti von der Universität Lugano war 2018 Mitgründer von Fabula, ein Londoner Deep-Learning-Unternehmen von Twitter, das im Bereich der [Fake-News-Erkennung arbeitet](#)<sup>98</sup>.

## Digitalisierung und Datenschutz

Der Bundesrat anerkannte<sup>99</sup>, dass «digitale Inhalte [...] zu den wichtigsten Wachstumstreibern für die digitale Wirtschaft» gehören. «Zu adressieren sind aber auch die Risiken einer zunehmend datenbasierten Entscheidungsfindung wie die fehlende Nachvollziehbarkeit bei computerbasierten Schlussfolgerungen und die mögliche Ungleichbehandlung von Personen.» Als Antwort auf diese Fragen schuf das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) die Strategie Digitale Schweiz<sup>100, 101</sup>, eine Reihe von Grundsätzen und Aktionen, die in Bezug auf die Datenerfassung, -speicherung und -nutzung «Sicherheit, Vertrauen und Transparenz gewährleisten». Sie verfolgt rechtliche<sup>102</sup>, wirtschaftliche<sup>103</sup> und technologische<sup>104</sup> Ziele sowie den Datenschutz<sup>105</sup>. Über 150 führende Unternehmen, Organisationen, Wissenschaftler und Politiker schlossen sich mit digitalswitzerland<sup>106</sup> zusammen, einer Initiative mehrerer Interessengruppen für die Stärkung des Standorts Schweiz als führende Innovationschmiede.

<b>Switzerland's Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaft entwickelt viele fortgeschrittene Projekte</li> <li>• digitale Strategie der Schweiz</li> <li>• Schweiz gilt als «KI-Hub»</li> <li>• gut entwickelte medizinische Cyborg-Aktivität</li> </ul>	<b>Switzerland's Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anfällig auf Fake News und KI-gesteuerte Desinformation</li> </ul>
<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit den Blue-Brain- und digitalen Zwillingenprojekten hat das Land einen Vorsprung in diesen Bereichen</li> <li>• Weltpremiere in digitaler Genetik eröffnet mögliche führende Position in dieser Technologie</li> </ul>	<b>Gefahren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kein digitales Backup des Human Brain Projectst</li> </ul>

### Liste der im Artikel enthaltenen Links

1. <https://www.epfl.ch/labs/vita/>
2. <https://www.health-eu.eu/>
3. <https://actu.epfl.ch/news/with-health-eu-everyone-will-have-an-avatar-to-man/>
4. <https://cordis.europa.eu/project/rcn/220162/factsheet/de>
5. <https://akselos.com/blog/akselos-rb-fea-is-the-digital-twin-gold-standard-by-dr-knezevic/>
6. <https://akselos.com/news/akselos-to-create-worlds-first-digital-twin-of-hydroelectric-power-station/>
7. <https://www.zdnet.com/article/this-power-station-the-size-of-a-cathedral-is-getting-a-digital-twin/>
8. <https://www.ictjournal.ch/articles/2019-07-10/digital-twins-des-clones-virtuels-au-service-du-reel>
9. <https://www.biovotion.com/everion/>
10. <https://www.startupticker.ch/en/news/august-2018/pain-management-solution-with-swiss-wearable-technology>
11. <http://nomoko.world/>
12. <https://www.switzerland-innovation.com/de/node/326>
13. <https://smw.ch/article/doi/smw.2018.14571>
14. <https://www.nature.com/articles/518276b>
15. <https://actu.epfl.ch/news/two-items-of-anthology-now-stored-for-eternity-in-/>
16. <http://www.turbobeads.com/>
17. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2018/04/ganzes-musikalbum-wird-auf-dna-archiviert.html>
18. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2019/03/computer-erzeugtes-genom.html>
19. <https://www.epfl.ch/research/domains/bluebrain/blue-brain/research/>
20. <https://www.epfl.ch/research/domains/bluebrain/blue-brain/research/>

21. <https://www.epfl.ch/research/domains/bluebrain/blue-brain/publications/>
22. <https://www.humanbrainproject.eu/en/>
23. <https://www.humanbrainproject.eu/en/open-ethical-engaged/contributors/partners/>
24. <https://cnbi.epfl.ch/>
25. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7109829>
26. <http://www.project-rewalk.com/en/home>
27. <https://www.bfh.ch/de/forschung/forschungsbereiche/institut-rehabilitation-leistungstechnologie/>
28. <https://www.youtube.com/watch?v=PphYGkNENGw>
29. <https://lsro.epfl.ch/>
30. <https://www.varileg-enhanced.ch/>
31. <http://www.robo-mate.eu/>
32. <https://www.hsr-enhanced.ch/>
33. <https://www.youtube.com/watch?v=QtPs8d4JbwY&feature=youtu.be>
34. <https://neuroeng.ethz.ch/>
35. <https://www.bfh.ch/ti/de/forschung/forschungsbereiche/microlab/>
36. <http://ninapro.hevs.ch/ProHand/>
37. <https://www.uzh.ch/>
38. <http://www.idsia.ch/>
39. <https://www.unibe.ch/>
40. <https://www.empa.ch/>
41. <https://fes-ability.ch/>
42. <https://www.intentio.ch/>
43. <https://myo.swiss/>
44. <https://www.noonee.com/>
45. <https://www.sensars.com/>
46. <http://twiice.ch/>
47. <http://www.swisslimbs.org/products-and-services/>
48. <https://projectcircleg.com/>
49. <https://www.sensimed.ch/>
50. <https://actu.epfl.ch/news/an-innovative-contact-lens-for-glaucoma/>
51. <https://www.youtube.com/watch?v=u1ck8Fg7nhg>
52. <http://fabrinal.ch/de/>
53. <https://infoscience.epfl.ch/record/189508?ln=en>
54. <https://www.dezeen.com/2015/02/17/telescopic-contact-lenses-zoom-in-and-out-with-right-and-left-winks/>
55. [https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mavt/energy-technology/nets-dam/documents/publications/Choi\\_Park\\_Graphene.pdf](https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mavt/energy-technology/nets-dam/documents/publications/Choi_Park_Graphene.pdf)
56. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2019/04/erster-zellcomputer-mit-zwei-rechnerkernen.html>
57. <https://bsse.ethz.ch/synbio/research/InVivo.html>
58. <https://www.nature.com/articles/ncomms5729>
59. <https://www.idiap.ch/en/about/overview#idiapataglace>
60. <http://www.manufacturethinking.ch/blog/2018/10/17/les-maitres-de-lia-en-romandie/>
61. <https://www.swissinfo.ch/ger/facebook-will-zahl-der-angestellten-in-zuerich-verdoppeln/45251136>
62. <https://www.zurich.ibm.com/>
63. <https://www.microsoft.com/en-us/research/event/mixed-reality-and-ai-zurich-lab-launch/>
64. <https://ml.inf.ethz.ch/>
65. <https://www.epfl.ch/schools/ic/research/artificial-intelligence-machine-learning/>
66. <https://www.es.unisg.ch/de/node/1047>
67. <https://www.idiap.ch/en/scientific-research/machine-learning>

68. <http://www.idsia.ch/>
69. <https://www.s-ge.com/sites/default/files/publication/free/factsheet-kuenstliche-intelligenz-schweiz-s-ge-de-2019.pdf>
70. <https://www.linkedin.com/pulse/european-artificial-intelligence-landscape-more-than-400-westerheide/>
71. <https://www.nviso.ai/en/about-us>
72. <https://www.spinningbytes.com/services/>
73. <https://www.mindmaze.com/>
74. <https://www.letemps.ch/economie/chatbots-percent-suisse>
75. [https://www.pwc.ch/en/publications/2017/Chatbot-survey\\_eng\\_final\\_web.pdf](https://www.pwc.ch/en/publications/2017/Chatbot-survey_eng_final_web.pdf)
76. <https://www.helvetia.com/ch/web/de/ueber-uns/ueber-helvetia/informationen/chatbot-clara.html>
77. <https://www.helvetia.com/ch/web/en/about-us/about-helvetia/information/chatbot-service.html>
78. <https://www.startupticker.ch/en/news/april-2019/sbb-answers-ticketing-questions-via-chatbot>
79. <https://www.postfinance.ch/de/ueber-uns/medien/newsroom/medienmitteilungen/chatbot-von-postfinance-auf-franzoesisch-verfuegbar.html>
80. <https://www.ictjournal.ch/news/2019-05-17/le-chatbot-nelly-va-parler-aux-passagers-de-swiss-via-facebook-messenger>
81. <https://www.swiss.com/switzerland/de/chatbot-nelly>
82. <https://www.swisscom.ch/de/business/enterprise/themen/digital-business/des-2017-008-servicesmit-kuenstlicher-intelligenz.html#T=8078e06d-1bc1-4c77-ae06-86095e7ee468&TS=FVKQtsfNtiouFF1gzgz8lySHgmEHR-bWuyiLakuA5g>
83. <http://www.obeeone.com/3139/>
84. <https://dermintel.com/>
85. <https://www.sirobot.ch>
86. <https://enterprisebot.ai/de/technologie>
87. <https://www.elca.ch/de/chatbots-und-virtuelle-agenten>
88. <https://www.adnovum.ch/de/innovation/chatbots>
89. <https://paixon.ch/>
90. <https://www.spinningbytes.com/>
91. <https://www.mobile-coach.eu/>
92. <https://www.parlament.ch/Documents/parli-d.html>
93. <https://sawisms.blog/2017/05/30/en-politique-suisse-les-reseaux-sociaux-se-professionnalisent-timidement/>
94. <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20183448>
95. <https://www.arcinfo.ch/articles/suisse/medias-les-suissees-considerent-les-fake-news-comme-un-danger-pour-la-democratie-789913>
96. <https://actu.epfl.ch/news/epfl-develops-solution-for-detecting-deepfakes/>
97. <https://www.ictjournal.ch/news/2019-06-21/une-ia-nee-a-martigny-identifie-les-videos-truques>
98. [https://en.wikipedia.org/wiki/Fabula\\_AI](https://en.wikipedia.org/wiki/Fabula_AI)
99. <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/digital-und-internet/strategie-digitale-schweiz.html>
100. <https://strategy.digitaldialog.swiss/de/strategie-digitale-schweiz-pdf>
101. <https://strategy.digitaldialog.swiss/>
102. <https://strategy.digitaldialog.swiss/en/data-digital-content-and-artificial-intelligence#objective-1>
103. <https://strategy.digitaldialog.swiss/en/data-digital-content-and-artificial-intelligence#objective-2>
104. <https://strategy.digitaldialog.swiss/en/data-digital-content-and-artificial-intelligence#objective-3>
105. <https://strategy.digitaldialog.swiss/en/data-digital-content-and-artificial-intelligence#objective-4>
106. <https://digitalswitzerland.com/>

# Information

## EINFÜHRUNG

Kritische Science-Fiction-Filme und -Literatur in der Tradition von George Orwell warnen oft vor der totalen Überwachung durch den Staat. Für den militärischen Erfolg in zukünftigen urbanen Kriegen ist die Information über die Geschehnisse auf und neben dem Schlachtfeld indessen entscheidend. Ohne Kenntnis jeder Bewegung der gegnerischen Kräfte, Truppenstellungen oder Kommunikationskanäle in einer Stadt wird der Soldat der Zukunft seinen Auftrag nicht erfüllen können.

Information ist ein allgemeiner Begriff, der alle möglichen Bedeutungen abdeckt. Im Zusammenhang mit der zukünftigen urbanen Kriegführung steht er für Daten als Information, die von Sensoren wahrgenommen und danach verarbeitet wird. Er steht auch für die Infosphäre, zu der die Dynamik von sozialen Netzwerken, digitalen Kommunikationssystemen, Desinformationskampagnen oder Propaganda gehören.



Netzeinsatzzentrale: Die künstliche Intelligenz wird die Echtzeitanalyse und Einsatzplanung unterstützen  
Quelle: IABG

## HERAUSFORDERUNGEN DER ZUKÜNFTIGEN SICHERHEITSUMGEBUNG

### Informationsbeschaffung

Kartenapps erleichtern die Navigation in grossen Städten für fast alle. Es werden keine Karten mehr gekauft; vielmehr wird das Natel verwendet, um in einer neuen Umgebung zurechtzukommen. Für die Soldaten der Zukunft wird es nicht so einfach sein. Für die Nutzung der verfügbaren Information erfordern die Anforderungen des zukünftigen urbanen Schlachtfelds einen grundlegend anderen Ansatz.

Die Beschaffung und Analyse der Information ist der Schlüssel für die zukünftige Kriegführung. Aufgrund der sehr komplexen und schwer fassbaren grossen urbanen Gebiete müssen die Soldaten gut vorbereitet sein, um wirksam eingesetzt zu werden. Das Militär muss über ein klares und verständliches Lagebild verfügen. Die von allen verfügbaren zivilen und militärischen Sensoren gesammelten Daten müssen in einem gesamtheitlichen Überblick über die Lage vereint werden.

Wenn erforderlich muss es den Streitkräften möglich sein, zivile Infrastrukturen und Sensorik zu nutzen. Überwachungskameras, IoT-Geräte, Nateldaten und sogar Sensoren von Offshore-Windparks oder Tierüberwachungsinstrumente sind bei der Beurteilung von gegnerischen Kräften und zivilen Bewegungen auf dem Schlachtfeld ein Vorteil. Gleichzeitig müssen diese Informationsquellen vor feindlichen Zugriffen geschützt werden, um diesen Vorteil zu wahren.

Der urbane Krieg wird auf jeder Ebene der Stadt geführt – aus der Luft mit Drohnen und Fluggeräten, am Boden und im Untergrund. Der einfache Zugriff auf viele Sensoren wird nicht ausreichen, um ein umfassendes Lagebild zu erhalten. Der Heeresnachrichtendienst muss Wege finden, um alle verfügbaren Sensoren zu verbinden und zusammenzuschliessen. Künftig wird die künstliche Intelligenz diesen Prozess durch die automatische Zusammenführung der notwendigen Informationsketten unterstützen.

Sensoren müssen nicht materiell sein: Auch die digitale Überwachung und Beobachtung der zivilen und militärischen Kommunikation werden helfen, die Lagebilder zu erstellen. Besonders interne Konflikte und Ausschreitungen werden normalerweise über die sozialen Medien organisiert. Frühwarnsysteme gestützt auf Textanalyse innerhalb der Infosphäre werden immer wichtiger.

### Informationsanalyse

Wir alle haben Filme mit futuristischen Kommandozentralen gesehen, wo alle verfügbaren Informationen auf einem grossen Bildschirm angezeigt werden und der Befehlshaber mit der Hand die Elemente neu arrangieren kann – die

heutige Einsatzplanung ist noch weit von diesem Szenario entfernt. Der Status Quo der meisten konventionellen Armeen besteht in der dezentralen Sammlung von Information sowie darin, dass die Analyse der verfügbaren Daten viel Zeit in Anspruch nimmt.

Die jüngsten Terrorangriffe in grossen Städten wie Paris und Berlin zeigen, wie alle möglichen Informationen in der Infosphäre zu kursieren beginnen, sobald etwas Unvorhergesehenes passiert. Natelvideos von Zuschauenden und Opfern, Tweets von Zivilisten und Rettungsteams sowie die von der Polizei, dem Militär und dem Nachrichtendienst gesammelte Informationen müssen alle in Echtzeit strukturiert und analysiert werden. In Anbetracht der Tatsache, dass Terrorangriffe normalerweise einzelne Ereignisse sind, ist dies in einem andauernden Konflikt auf einem urbanen Schlachtfeld noch wichtiger. Zukünftige Konflikte werden aus vielen verschiedenen Akteuren mit zerbrechlichen Allianzen und veränderlichen Absichten bestehen. Die Unterscheidung und Präzisierung von Akteuren auf dem Schlachtfeld wird in der zukünftigen urbanen Kriegführung eine wichtige Fähigkeit sein. Um zivile Opfer zu vermeiden und die eigenen Streitkräfte zu schützen müssen sich die konventionellen Armeen jeglicher Bewegung auf dem Schlachtfeld bewusst sein.

Die einfache Sammlung von Unmengen an Daten wird nicht helfen, einen Feind in einem dichtbesiedelten Gebiet zu überwinden. Für die richtige Datennutzung müssen die eingehenden Daten strukturiert, analysiert und dargestellt werden können. Aufgrund der Vielzahl an Sensoren und der von ihnen gesammelten Rohdatenmasse werden menschliche Analysten nicht fähig sein, alles zu analysieren. Für die Datenverarbeitung und die Bereitstellung von empfohlenen Optionen für militärische Entscheidungsträger sind künstliche Intelligenz und automatisierte Systeme notwendig. Der Innovationsprozess von selbstlernenden Systemen braucht viel Zeit und die mit ihnen arbeitenden Soldaten benötigen eine Spezialausbildung. Deshalb werden die Umsetzung von zentralisierten Prozessen und die Anschaffung von neuen Technologien kombiniert mit neuen Konzepten der Massendatenanalyse besser heute als morgen angegangen.

### Informationsaustausch

Nach den Terroranschlägen am 11. September wurde die misslungene Zusammenarbeit und Informationsaustausch zwischen Geheimdiensten und Regierungsstellen als grösster Fehler der US-Regierung ausgemacht. Hätten NSA, CIA und Verteidigungsministerium in dieser Sache zusammengearbeitet, wäre eine effizientere Bewältigung des Terrorangriffs auf das World Trade Center möglich gewesen. Was sich bereits innerhalb eines einzelnen Landes als schwierig erwies, ist eine noch grössere Herausforderung, wenn mehr Akteure involviert sind.

In der urbanen Kriegführung ist es von grosser Wichtigkeit, Informationen mit den Verbündeten und mit der einheimischen Bevölkerung auszutauschen. Lokale Organisationen und Zivilisten sind vitale menschliche Nachrichtendienstressourcen, die für ein besseres Verständnis der Infrastruktur und Kultur einer Stadt verwendet werden können. Sie wissen häufig besser über strategische Punkte, regelmässig benutzte Versorgungsrouten und mögliche Verstecke Bescheid als offizielle Regierungsquellen. Die erfolgreiche Rekrutierung von menschlichen Sensoren führt zu Vorteilen in Bezug auf das Lagebewusstsein. Normalerweise bleibt dies keine Einbahnstrasse. In Städten mit hoher Bevölkerungsdichte ist es zentral, die zivile Bevölkerung vor Gefahren zu warnen, um hohe Opferzahlen zu vermeiden. Im Krisengebiet müssen Warnsysteme und Informationskanäle eingesetzt und getestet werden.

Die Verbindung von Sensoren und Quellen mit Verbündeten ist ein weiterer Bestandteil des Informationsaustauschs, der immer wichtiger werden wird. Auch wenn verschiedene Gesetze und Einsatzregeln die direkte Zusammenarbeit innerhalb von internationalen Einsätzen oft erschweren, leistet der Informations- und Datenaustausch einen Beitrag zum gemeinsamen Lagebild, von dem alle profitieren. Besonders Länder mit einer vorsichtigen Sicherheitspolitik, die nicht gewillt sind, Soldaten in ein Krisengebiet zu entsenden, können aus der Ferne ihren Beitrag leisten, indem sie Erkenntnisse liefern und bei der Datenanalyse mithelfen.

Der Informationsaustausch birgt aber immer auch bestimmte Risiken. Zivile Organisationen und nichtstaatliche Akteure wie namentlich Milizarmeen oder Rebellengruppen müssen überprüft werden, bevor sie klassifizierte Daten erhalten. Zusätzlich erschweren volatile Allianzstrukturen die Wahl von vertrauenswürdigen Partnern.



Hubschraubercockpit: Den Soldaten werden in Echtzeit ganzheitliche Lagebilder zur Verfügung stehen  
Quelle: IABG

### Infosphäre

Während der Besetzung der Krim im Jahr 2014 verwendeten paramilitärische russische Kräfte heimtückische Methoden, um ukrainische Soldaten einzuschüchtern. Sie gingen online, durchsuchten die Profile von Soldaten und ihren Familien in den sozialen Medien und verwendeten Fotos dieser Profile, um ihren Gegnern zu zeigen, wie viel sie über sie wussten. Dies führte bei den ukrainischen Kämpfern zu einer geschwächten Moral und trug zum Sieg der

pro-russischen Milizarmeen bei.

Zwischen 2010 und 2012 zeigte die revolutionäre Welle sozialer Unruhen und Proteste während des Arabischen Frühlings die bedeutende Rolle der sozialen Medien in der heurigen Welt auf. Die sozialen Medien wurden genutzt, um die politische Debatte zu formen, zu mobilisieren, Proteste zu verstärken und Information zu verbreiten. Nach den ersten Demonstrationen im Jahr 2010 in Tunesien breiteten sie sich auf mehrere arabische Länder wie Ägypten, Bahrain, Libyen und Jemen aus und bewiesen so die Macht der Information und der sozialen Medien.

Beide Beispiele weisen auf die Wichtigkeit des digitalen Informationsaustauschs hin. Im Gefolge der Digitalisierung reist die Information schneller, weiter und ist schwerer zu überprüfen und zu sichern. Abgesehen von der Verwendung von Informationsplattformen für die Organisation von sozialen Aufständen nutzen Akteure den Vorteil, ein breites Publikum für ihren Zweck erreichen zu können. Propaganda von Terrororganisationen, Falschnachrichten von staatlichen Akteuren oder irreführende Informationen zu wahren Vorfällen stellen zahlreiche Akteure vor neue Herausforderungen in der Infosphäre.

In der Infosphäre kann mit relativ einfachen Mitteln (Ressourcen, Ausrüstung) eine grosse Wirkung erzielt werden. Akteure mit wenigen Ressourcen können erfolgreiche Angriffe auf Einzelpersonen, Grossunternehmen, Armeen oder Länder ausführen. Die Zuordnung von solchen Angriffen ist fast unmöglich. Asymmetrische oder staatliche Akteure, die Proxies verwenden, profitieren am meisten von der Verwendung der Infosphäre als Hybridkriegstaktik.

Die Herausforderung für konventionelle Armeen besteht darin, die Darstellung zu beherrschen. Jede kinetische Aktion wird von Bildern und Schlagzeilen begleitet, die überall auf der Welt für alle zugänglich sind. Die Interpretation einer Militäraktion in den Augen des globalen Publikums hängt von der begleitenden Darstellung ab. «NATO bombardiert syrisches Kinderspital» tönt ganz anders als «IS nutzt leeres Spital als Waffenversteck». Es kommt nicht darauf an, welche der beiden Schlagzeilen schlussendlich wahr ist – wichtig ist, wer in der Infosphäre überzeugender ist. Besonders in urbanen Gebieten, wo zahlreiche Sensoren Informationen in die Welt hinaustragen und wo die Zivilbevölkerung am verwundbarsten ist, ist die Beherrschung der Infosphäre für den Erfolg eines Einsatzes entscheidend..

## AUSWIRKUNGEN AUF DAS MILITÄR

### Informationskonzept

Information war und wird immer das Fundament einer guten Militäreinsatzplanung sein. Dies ändert sich nicht. Was sich ändert, ist die schiere Masse an Daten, die heute gesammelt werden kann. Konventionelle Armeen wie das Schweizer Militär müssen ihre wirtschaftlichen und technischen Vorteile nutzen, um in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Information zu verarbeiten. Ein klar strukturiertes Lagebild spielt für den Erfolg in (urbaner) Kriegführung eine absolute Schlüsselrolle. Sich dieser Tatsache bewusst zu sein, ist der erste Schritt für die Entwicklung eines militärischen Informationskonzepts.

Ein nationales Informationskonzept hat ein entscheidendes Ziel: die Zusammenfassung aller verfügbaren Information in einem Lagebild. Jeder Datenfetzen, der gesammelt werden kann, muss in einen Sammelbehälter fliessen. Es ist die Aufgabe aller Regierungsbehörden, gemeinsam an diesem Informationskonzept zu arbeiten:

- Koordination von Regierungsbehörden und Bestimmung der Verantwortung
- einheitliche Standards für das Format und die Sprache der geteilten Daten
- Schaffung einer Kommunikationsplattform
- Umsetzung von Training und Ausbildung
- Beurteilung und Erforschung der Chancen des Teilens von Sensoren
- Beurteilung und Erforschung der Chancen von neuen zivilen Informationstechniken im Militär

Das Informationskonzept wird nicht nur dem Militär nützen, sondern kann auch verwendet werden, um wirtschaftliche, finanzielle oder ökologische Themen zu analysieren. Allerdings müssen die Militäranalysten und planer auf die Zusammenarbeit aller Regierungsbehörden aufbauen.

### Einführung neuer Technologien

In Bezug auf die Big-Data-Analyse kommt man um eine technologische Innovation nicht herum: die künstliche Intelligenz. Wie früher erwähnt ist diese Annahme nicht falsch. Allerdings ist KI nicht einfach ein gebrauchsfertiges Hilfsmittel, das Regierungen für militärische Zwecke verwenden können. Die Entwicklung und Einführung von automatisierten, KI-gestützten Systemen benötigen Zeit und finanzielle Ressourcen. Auch sind sie nicht frei von Risiken und ethischen Einschränkungen.

Sobald etwas automatisch geschieht und ein Computer Entscheidungen trifft, ist die Verantwortung für Fehler unklar und muss reguliert werden. Wer ist verantwortlich, wenn die KI eine äusserst wichtige Information übersieht? Wie kann ein automatisches System kontrolliert werden? Diese Fragen müssen beantwortet werden, bevor die KI in Informationsanalyseprozesse integriert werden kann. Zudem benötigt das Training von automatisierten Systemen Zeit und Personal. Die Analyse von Rohdaten muss dem System «beigebracht» und sorgfältig beurteilt werden. Konzeptionelle Richtlinien müssen in Betracht gezogen und die notwendige Hardware bereitgestellt werden. Wenn alle diese

Anforderungen erfüllt sind, können automatisierte Systeme in der Infosphäre für zahlreiche militärische Zwecke verwendet werden:

- Analyse von Massendaten in Echtzeit und Erkennen von Abweichungen
- Identifikation von akteurspezifischen Abweichungen im Verhalten und Gebaren für mögliche Feinde und Verbündete
- Formulieren von gefährdungsspezifischen Gegenmassnahmen
- Minimierung des Risikos von zivilen Opfern durch präzise Zielunterscheidung
- Analyse der eigenen Schwächen (Red-Team-Funktion)
- Erarbeitung von alternativen Einsatzplänen
- Wahl der Massnahmen mit Auswirkungen auf die Streitkraft

### Verwendung der strategischen Kommunikation

Jede Militäraktion muss von einer Kommunikationsstrategie gestützt werden. Dies beginnt mit dem Beschaffungsprozess von neuen Waffensystemen und Technologien. Was ist der Zweck von neuen Düsenjägern? Welche Bedrohungen pariert ein Raketenabwehrsystem? Wenn Sie die Berichterstattung nicht selber gestalten, tut dies jemand anders für Sie. Die strategische Kommunikation muss in das Training und die Ausbildung der Soldaten sowie in die Konzepte und Doktrinen der Armee eingebunden werden. Jeder Soldat muss verstehen, dass er Teil von etwas Grösserem ist und dass jede Handlung eines einzelnen Teils der militärischen Einheit auf die Einrichtung als Ganzes zurückfällt.

Es ist zudem wichtig, für die Steigerung der Resilienz gegen gegensätzliche Darstellungen eine strategische Kommunikation zu verwenden. Misstrauen und Feindseligkeiten gegen fremde Truppen müssen mit dem Aufbau von Vertrauen und Vertrauenswürdigkeit begegnet werden, indem die eigene Darstellung verwirklicht wird.

### SCHLUSSFOLGERUNG

Die Bedeutung der Information für das Militär scheint auf den ersten Blick offensichtlich. Die Sammlung und Analyse von Information vor dem Beginn eines Einsatzes ist nicht neu, bahnbrechend oder innovativ. Es sind die Wahrnehmung der militärischen Einsätze und die Technologie für die Sammlung und Analyse von Informationen, die in der Infosphäre innovativ sind. Wie wir gesehen haben, muss jede Aktion auf dem Schlachtfeld, besonders in urbanen Gebieten, in eine grössere Darstellung passen, da potenziell alles um die ganze Welt gehen kann. Opfer unter der Zivilbevölkerung und in den eigenen Streitkräften müssen um jeden Preis vermieden werden. Dazu benötigen Militärplaner und Sicherheitskräfte ein fehlerloses Lagebild, auf das sie sich verlassen können. Die Verbindung von Sensoren, das Zurückgreifen auf menschliche Intelligenz, die Verwendung von KI und automatisierten Systemen für die Verarbeitung von Big Data und die Ausbildung von Soldaten für den Umgang mit all dem ist der Schlüssel zum Erfolg in zukünftigen (urbanen) Kriegen.

### SWOT-ANALYSE für schweizer militärplaner

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Informationsstrategien</li> <li>• qualifiziertes Aufklärungspersonal</li> <li>• Verständnis der Wichtigkeit der Aufdeckung von Falschinformationen in Militär und Gesellschaft</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ehelnde technische Unterstützung der Analysten</li> <li>• später Start für die Erkennung von Propaganda, Falschinformation und den Umgang damit</li> <li>• angeblich transparente Kriegsgebiete</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von technischen, KI-gestützten Analysesystemen</li> <li>• Zusammenarbeit mit Partnern, Verbündeten und Wirtschaftsunternehmen</li> </ul>	<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hybridangriffe auf Informationssysteme</li> <li>• Destabilisierung der Gesellschaft</li> </ul>

# URBANITÄT

## Kommunikation

Ob von Mensch zu Mensch, von Maschine zu Maschine oder von Mensch zu Maschine, die Übermittlung von Daten und Information wird voraussichtlich permanent und allgegenwärtig sein. Ermöglicht durch verkabelte oder kabellose Netzwerke, auf der Erde oder im Weltraum: Zuverlässigkeit wird erwartet. Eine solche zuverlässige Infrastruktur und transparente Dienstleistung ist für den Betrieb, die Resilienz und die Sicherheit von autonomen Systemen von höchster Bedeutung. In Anbetracht der erweiterten und virtuellen Realitäten, Avataren und Hologrammen tauchen in der realen und auch in virtuellen Parallelwelten neue Kommunikationsformen auf. Können wir es leisten, uns in dieser Welt der Unmittelbarkeit zurückzulehnen?

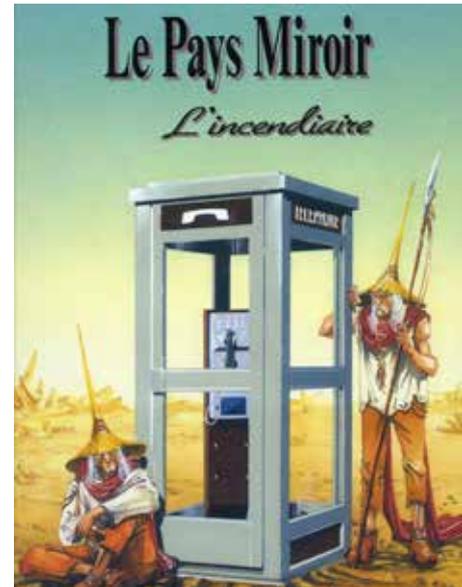
## Schwarze Löcher aussenden?

### Kommunizieren um der Kommunikation willen

Im letzten Text haben wir aufgezeigt, dass wir in einer Informationsgesellschaft leben, vornehmlich weil wir laut Norbert Wiener und den Aposteln der Kybernetik komplexe Systeme sind, die ebenso wie die Tiere und Maschinen laufend Informationen mit unserer Umgebung austauschen. Diese Allgegenwart des Informationsaustausches – der sich ausserdem selber reguliert (*Feedback Loop*) – ermöglicht zudem zu verstehen, dass die Informationsgesellschaft, schon bei Norbert Wiener, rasch von einer Kommunikationsgesellschaft begleitet wird: je mehr Information ausgetauscht wird – je mehr man folglich kommuniziert – umso mehr nähern wir uns unserem tiefsten Wesen an. Wie kann hier nicht verstanden werden, dass der epistemologische Monismus im Zentrum der Kybernetik – Information ist die Seinsweise der komplexen Systeme – zu einer ideologischen Erneuerung der Gesellschaft führt, die unvermittelt auf die Nutzung dessen ausgerichtet ist, das die Grundlage der biologischen und mechanischen Wirklichkeit ist? Die Gründe dieser Erneuerung sind scheinbar rationell, denn sie sind nicht wirklich wissenschaftlich, wenn man sich daran erinnert, dass Norbert Wiener nach den Gräueltaten des zweiten Weltkriegs eine neue *Theologie* – die Information löst die Götter der Religionen ab –, eine neue *Utopie* gründet. In der Tat ist der Wissenschaftler durch die Verantwortung der Gelehrten in diesem Alptraum der Atombomben und Konzentrationslager angeschlagen. Aus diesem Grund versucht der amerikanische Mathematiker, sich dem Hass auf den Körper einiger christlicher Bewegungen anschliessend, die Materie zu meiden, hinter sich zu bringen, ihr alle Verbrechen, Leidenschaften, Gewalttaten anzulasten, wie dies seine Briefe aus dem Jahr 1945 klar zeigen. Die Kybernetik ist folglich seit ihren Anfängen als Mittel gegen die menschlichen Übergriffe gedacht, als neue Utopie, mit der verhindert werden kann, dass sich die Vergangenheit wiederholt: da Information nicht materiell ist – auch wenn sie physische Schnittstellen (Körper, Gehirn) durchläuft – ist die Schaffung einer Gesellschaft um dieses Postulat herum, namentlich mit der Aufwertung der Kommunikationsinteraktionen, der zu folgende Weg, damit der Mensch verhindern kann, im von seinem Körper diktierten Wahnwitz zu versinken. Mit anderen Worten, und das kommt häufiger vor als man denkt, bemerkt man, dass die von Wiener gegründete wissenschaftliche Theorie, die in unserer zeitgenössischen Gesellschaft aktiver ist als je zuvor, eine säkuläre Utopie gestützt auf ein theologisches Paradigma ist.

Die Utopie ist seit *Utopia* von Thomas Moore (1516) eine fiktionale Erzählung, die eine alternative Welt erfindet, formuliert um ein rationelles Prinzip herum, das sich von dem der empirischen Welt unterscheidet. Aber während dieses Vorgehen der Fiktion ermöglicht, über die Funktionsstörungen der Wirklichkeit nachzudenken – die Utopie ist ein hermeneutischer Spiegel –, wird ihre spiegelnde Eigenschaft von Wiener und allen die versuchten, eine möglich gewähnte Utopie zu errichten, amputiert. Die Kybernetik wird in diesem Sinn nicht als Bild betrachtet, das unsere Abwege reflektiert, sondern als *zu erreichendes* Ideal – und hier liegt der Hund begraben. Es ist in der Tat möglich, aus den klassischen narrativen Utopien eine Lehre zu ziehen: die utopische Welt wird als perfekt ausgemalt, aber sobald man darin lebt, sobald man eine Figur begleitet, die in diesem mechanischen Uhrwerk lebt, enthüllt sich einem die entfremdende Natur dieses Ideals und das Ideal wird zu einer alptraumhaften, *dystopischen* Welt. Anders gesagt ist 1984 von George Orwell (1949) eine aus dem Innern betrachtete Utopie; das gleiche gilt für *Wir* (Jewgeni Samjatin, 1920) oder *Schöne neue Welt* (Aldous Huxley, 1932). Zwischen Utopien und Dystopien gibt es keinen grundlegenden Unterschied: es sind die gleichen Systeme, die anders wahrgenommen werden; die gleichen Welten, aber eine spricht von den Funktionsstörungen der Gesellschaft, während die andere die Funktionsstörungen unserer Utopien aufzeigt.

Seltsamerweise leben wir heute im Zeitalter der Information und der Kommunikation: wir müssen kommunizieren, niemals anhalten, weitermachen, die Mittel vervielfachen, um dies zu erreichen, ein Smartphone haben, es niemals abschalten, per SMS, E-Mail, soziale Netzwerke kommunizieren; aber auch nicht vergessen, unersättlich, endlos und furchtlos alle Informationen, die wir können, überall und immer auszutauschen, auf die Gefahr hin, dass sie die Server von GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft) bereichern. Diese Einschärfung, zu kommunizieren – aber auch zu konsumieren, da die Informationen im Zeitalter der Information ein wertvolles Gut sind – erklärt auch die von den Marketingstrategien getroffenen Entscheide: die Werbung muss überall sein, die Versuchung soll nie aufhören. Da erstaunt es wenig, dass die Science-Fiction, jüngster Avatar der Utopie (in diesem Fall verbringt die Science-Fiction ihre Zeit damit, unsere technowissenschaftlichen Utopien zu widerspiegeln), sich dieser gesellschaftlichen Realität bemächtigt hat, um über ihre Folgen für die Menschen nachzudenken: die Cyberpunkgeschichten – wie die Filme *Blade Runner* (Ridley Scott, 1982) oder *Strange Days* (Kathryn Bigelow, 1995) – spielen immer in einem düsteren



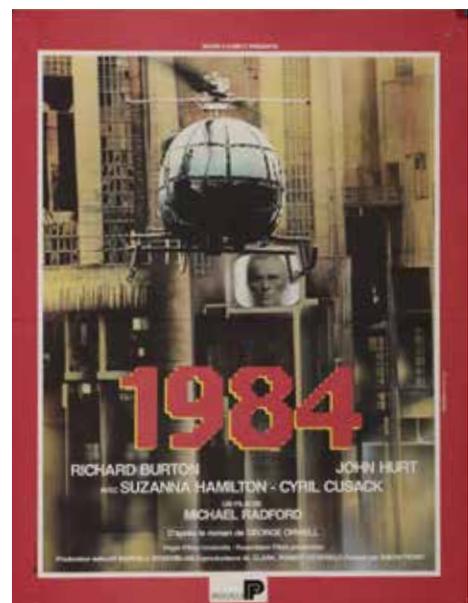
Universum, wo die Fassaden der Gebäude mit werbender Information tapeziert sind, die sich unserem Blick aufzwingt, ohne nach unserer Meinung zu fragen. Da die meisten Science-Fiction-Erzählungen ihr Universum auf den gleichen Grundsätzen aufbauen wie jene der realen Welt – was sich durch die Notwendigkeit eines realistischen Lesepakts erklärt – ist es logisch, dass zahlreiche Handlungen verschieden stark die Wirkung ausschalten, die diese Informationslawine und die implizite Pflicht, ständig kommunizieren zu müssen, auf den Menschen hat. Philip K. Dick zeigt uns morbide jubelnd, wie in *Eine todsichere Masche* (1954) die Hauptfigur der Novelle wahnsinnig wird, weil sie in einer futuristischen Welt lebt, in der die Werbung allgegenwärtig ist. Ein weiteres besonders herausragendes Beispiel sehen wir in der Novelle *So phare away* (2007) von Alain Damasio, in der die Leuchtturmwärter den Auftrag haben, buntes Licht auszustrahlen, um mit den anderen zu kommunizieren. Das Licht der Leuchttürme wird so unvermittelt zur Metapher der Information, die wir auf Teufel komm raus kommunizieren, ohne uns Zeit zu nehmen, ihre Qualität zu hinterfragen:

Die Leuchttürme drücken sich aus, na klar. Sie ahmen sich oft nach, entziffern sich, kopieren sich. Sie werfen ihren persönlichen Schein. *Express your ich, be yourself* – wie jedermann. Ich habe schon lange aufgehört, zu senden. Sie sagen, ich sei verbittert. [...] Wer sagt was? Die Erleuchtung ist nur in einer Welt nicht mehr möglich, in der jeder glaubt, sich ausdrücken zu müssen. In der vollständigen Leuchtdichte kann nichts *erhell*t werden. Es braucht viel Stille, um eine Note zu hören. Es braucht viel Nacht, damit ein Blitz herausbrechen kann, damit eine neue Farbe wahrgenommen, erhalten wird. Wenn ich die Macht hätte, würde ich heute ein schwarzes Loch aussenden. Etwas wie einen Löschkegel, der der Undurchdringlichkeit des Tages ein Loch in den Bauch bohrt. Um den Raum erneut zu öffnen. Was mir Angst macht, ist nicht dieses Chaos der Klarheiten, das die Stadt wie eine Sonnenlawine vernebelt. Sondern dass es nirgends mehr auch nur einen einzigen Schatten hat. Alles ist unbändig überbelichtet. Aber nichts ist ruhig, noch klar abgegrenzt.

Eine harsche Kritik, die die rachsüchtige Stimme ausspricht: wenn zu viele Leuchttürme gleichzeitig senden – wenn es zu viele Informationen hat – verblasst, verschwindet das «Gesagte», spricht nicht mehr: Es hat *«nirgends mehr auch nur einen einzigen Schatten»*, *«Alles ist unbändig überbelichtet»*, wo doch dieser Schatten – diese Trennung zwischen den Botschaften – und diese Schamhaftigkeit notwendig sind, damit Kommunikation Sinn macht. Als wilder Angriff auf eine logorrhoeische Gesellschaft, in der die Information falsch informiert, fasziniert *So phare away* und beweist, inwieweit die damasische Science-Fiction (über) unsere Identität reflektiert.

## SCHLUSSFOLGERUNG

Als würdige Nachfolgerin der klassischen narrativen Utopien hat die Science-Fiction den Vorzug, unsere technowissenschaftlichen Utopien zu prüfen und die Passivität, mit der wir sie hinnehmen, zu hinterfragen, während sie uns formen, informieren, reduzieren. Die Science-Fiction-Autoren leben die Kommunikationsutopie – gestützt auf die zentrale Rolle, die die Information in der Natur des Menschen einnimmt – nach Herzenslust aus, aber ihre Handlungen lassen uns mit den Zähnen knirschen: der Mensch sieht seinen äusseren und inneren Raum mit Informationen gesättigt; der Mensch entdeckt, dass er keine andere Wahl hat, als unablässig zu kommunizieren. Die so teuer gewonnene demokratische Freiheit ist demnach bereits zerronnen: wie denken, entscheiden, überlegen, wenn jeder Moment unseres Daseins gesättigt ist? Wie hungrig werden, wenn wir vollgestopft sind? Wie kann da nicht der Wunsch entstehen, wie die Figur von Damasio mit seinem ganzen Wesen zu schreien: *«Wenn ich die Macht hätte, würde ich heute ein schwarzes Loch aussenden»*? Denn ohne diese schwarzen Löcher kommuniziert die Kommunikation nichts: sie sendet nur eine Information aus, dessen Tenor keine Rolle spielt. Denn das einzige, was zählt, ist das Senden.



## Der breiter werdende Fluss: die Kommunikation der Zukunft

In der heutigen Zeit wird die Kommunikation bereits als eine Art permanentes Hintergrundrauschen wahrgenommen. Der Blick in die Zukunft zeigt das Gleiche in Grün: schneller, unsichtbar und auf die zwischenmenschliche Kommunikation ausgerichtet. Aber nicht nur, denn sie wird auch die Mensch-zu-Maschine- und die Maschine-zu-Maschine-Interaktionen erleichtern. Vielleicht ermöglicht die Kommunikation der Zukunft sogar die Utopie, dass Bedürfnisse augenblicklich erfüllt und vorweggenommen werden. Die Schattenseite? Eine Welt, in der die Menschen unablässig überwacht und schneller analysiert werden, als wir selber Entscheidungen treffen können. Dies alles zugunsten der Maschinen, die uns dienen sollen.

Diese schnellere Welt ist mehr als eine Metapher: die heutigen Mobiltelefone kommunizieren über das 4G-Netz miteinander, in dem sie Spitzengeschwindigkeiten von drei Megabyte pro Sekunde erreichen. Die Geräte der nächsten Generation (5G) sind bereits in einigen Gegenden der USA, Kanada, Japans und China verbreitet. Mit ihrer Übertragung von einem Gigabyte pro Sekunde ist ein Download, der heute sieben Minuten dauert, in sechs Sekunden abgeschlossen. Diese Veränderung kündigt eine Ära an, in der die Festnetzgeschwindigkeit vom Mobilfunk eingeholt wird und die Vorteile des Glasfaserkabels mobilen Geräten nicht mehr vorenthalten sind.

5G hat das langfristige Potenzial, nicht nur die Art der menschlichen Kommunikation zu beschleunigen, sondern auch die Weise, wie wir mit den Maschinen kommunizieren. Während die heutigen 4G-Geräte eine nahezu unmerkliche Verzögerung von 20–60 ms zwischen der Übermittlung und dem Empfang der Daten verzeichnen, wäre 5G schlussendlich fähig, Videos von höherer Qualität mit einer Verzögerung von weniger als 1 ms zu senden: eine Fast-Echtzeit-Teilepräsenz zwischen irgendwelchen Orten mit Zugriff auf das Netzwerk. Dieser Datenfluss ist nicht nur schneller, sondern in einem gewissen Sinn auch breiter, da er den gleichzeitigen Zugriff auf grössere Dateien und mehrfache Datenquellen ermöglicht.

Der Mobiltelefonhersteller Ericsson prognostiziert, dass bis 2024 [1,9 Mia. Nutzerinnen und Nutzer](#)<sup>1</sup> Zugang zu 5G-Diensten haben. Demgegenüber erwartet Deloitte eine deutlich geringere Zahl von [1,2 Mio. Abonnenten](#)<sup>2</sup> bis 2025, dicht konzentriert in Nordamerika, Europa und Japan/China. Die Technik eignet sich aber nicht nur für Mobiltelefone, sondern könnte eine Epoche einläuten, in der in ländlichen Gegenden 5G-Antennen für schnelle Breitbandverbindungen gebaut werden könnten, um Laptops, Maschinen, Drohnen, selbstfahrende Autos, Traktoren und Roboter auf eine Weise mit dem Internet der Dinge zu verbinden, die die heutige Vorstellungskraft übersteigt.

Dieser Wandel hat bereits begonnen. In der Schweiz hat Swisscom im ganzen Land 5G-Netze «angeschaltet». Die Betreiberin plant bis Ende 2019 eine [Abdeckung von 90 %](#)<sup>3</sup> – und ist damit dem 5G-Gerätemarkt weit voraus. In den USA wurde der Start<sup>4</sup> von [13 000 Satelliten](#) mit 5G-Kapazität genehmigt. Das [US-Verteidigungsministerium](#) verkündete dieses Jahr, dass es Tests für 5G-Dienste auf Militärstützpunkten starten wird<sup>5</sup>. Dies, nachdem die Kommunikationskommission der USA einen [SpaceX-Plan](#) für den Start von 4425 5G-Satelliten<sup>6</sup> genehmigte; Datenriese Amazon [beantragte den Start von 3236 eigenen 5G-Satelliten](#)<sup>7</sup> – Satelliten, die nicht nur über 5G-, sondern auch über 6G-Fähigkeiten verfügen. Zu den weiteren Unternehmen im neuen Wettlauf ins All gehören die japanische SoftBank und die britische Virgin-Gruppe. Solche Pläne für Satellitenstarts sind nicht folgenlos – die Europäische Weltraumorganisation musste kürzlich für einen Wettersatelliten ein Notfallmanöver erzwingen, um den Zusammenprall mit einer sich bereits in der Erdumlaufbahn befindenden sogenannten [Grosskonstellation](#) von SpaceX-Satelliten zu verhindern<sup>8</sup>. Dies weckt Befürchtungen, dass dies nur der [erste Zwischenfall von vielen](#) in dieser neuen Ära der Weltraumobjekte war<sup>9</sup>.

### Kommunikation: Maschine zu Maschine

Diese Netzwerke werden bereits als Möglichkeit betrachtet, Rechenleistung von einem internen Gerät auf einen externen und sogar cloudgestützten Server zu verschleppen. Durch die nahezu augenblickliche Kommunikation zwischen Geräten kann das Gewicht der Gegenstände, wie VR- oder AR-Kopfhörer, rationalisiert werden, indem die Verarbeitung auf kleinere Geräte abgeladen wird (manchmal «[Cloudlets](#)<sup>10</sup>» genannt). Anstelle eines eingebauten Prozessors verwendet das Gerät so für die Schwerarbeit Berechnung externe Computer, die Signale zurück zum Kopfhörer, Bildschirm oder tragbaren Gerät senden. Im Grunde kann so die schwere Hardware auf ein absolutes Minimum reduziert werden: Ein Roboter benötigt keine vollständige Kamera mehr mitzutragen, um Gegenstände vor sich zu sehen – er benötigt einzig die Kameralinse, die mit etwas zwischen einem Mobiltelefon und einem lagerhausgrossen Computer verbunden ist und ferngesteuert wird.

Dies wirkt sich auf die sogenannte [Cloudrobotik](#) aus, von der die Ingenieure seit langem träumen, die aber ohne

5G-Abdeckung selten angewendet wird<sup>11</sup>. Cloudrobotik ermöglicht die kabellose Verarbeitung und Kommunikation von komplizierten rechnergestützten Entscheidungen zwischen Computer und Roboter. 5G ermöglicht nicht nur die fast augenblickliche Entscheidungsfindung durch das Gerät, wenn es dem mobilen Roboter Anweisungen gibt, sondern ermöglicht dem Computer auch, fast augenblicklich mit anderen Robotern irgendwo auf der Erde Informationen auszutauschen, Softwareaktualisierungen anzuleiten, Störungen zu vermeiden und die Möglichkeit zu schaffen, an einem Ort «Gelerntes» unverzüglich mit dem ganzen Netzwerk abzugleichen.

*Vorführung des Roboters CloudMinds XR-1 für die Besucherinnen und Besucher des Weltkongresses der Mobiltelefonie in Barcelona im Februar 2019.*



Das globale Robotik-Start-up [CloudMinds](#)<sup>12</sup> bietet ein Beispiel für diesen Ansatz. Der Roboter XR-1 besteht hauptsächlich aus Hardware – eine Art Gehäuse – mit Zugang zu einer cloudgestützten Skriptbibliothek, die von internen und unabhängigen Entwicklern aufgebaut wurde. Wenn man XR-1 mit einer Aufgabe beauftragt, die er noch nie gemacht hat, durchsucht er die CloudMinds-Bibliothek nach Anweisungen für die Ausführung dieser Aufgabe. Mit einer 5G-Verbindung wäre dies in Fast-Echtzeit möglich. Dies würde ein Netzwerk von Robotern schaffen, die sofort auswechselbar sind und laufend reelle Rückmeldungen geben.

Zu weiteren möglichen 5G-Anwendungen gehören die [selbstfahrenden Fahrzeuge](#), die Positionen übermittelnde Sensordaten bekommen könnten, wodurch komplexe maschinelle Navigationsanlagen an Bord überflüssig würden<sup>13</sup>. Dies würde umfassende Verbesserungen der Geschwindigkeit, Betriebssicherheit und Allgegenwärtigkeit der Sensoren bedingen. Der Anschluss der Fahrzeuge an das IoT würde ihnen ermöglichen, ihre Umgebung vorwegzunehmen und darauf zu reagieren: vom unmittelbaren Spurwechsel über allgemeine Verkehrsentwicklungen bis zu Strassensperren.

### Kommunikations: Human to Machines

Fast-Echtzeit-Kommunikation mit niedriger Latenz könnte die Verwandlung des Smartphones von einem aktiven zu einem passiven Kommunikationsgerät beschleunigen. Es werden bereits grosse Datenmengen über die Bewegung und das Verhalten gesammelt. Ein kürzlich veröffentlichter Artikel zeigte auf, dass über Nacht [5400 Tracker](#) Daten von Ihrem Telefon übertragen<sup>14</sup>. Es ist heute [möglich](#)<sup>15</sup>, den Erfolg von [analoger Werbung](#) wie Plakaten<sup>16</sup> gestützt auf Smartphonetracking zu messen und es ist wahrscheinlich, dass die Datafizierung der nicht digitalen Erlebnisse steigt. In diesem Fall könnte dies auf eine Zukunft hinweisen, in der die Reichweite der Werbung, Medienbeobachtung und Einflusskampagnen gestützt auf die Einsicht, wer wann ein digitales Werbeschild betrachtet, in Echtzeit und im realen Raum nachverfolgt und angepasst werden kann: Eine Welt, in der es immer schwieriger sein wird, den «Stecker des Telefons zu ziehen».

Die Verwandlung des Smartphones in ein Datenerfassungswerkzeug hätte natürlich Vorteile. 5G beispielsweise könnte Echtzeitsensoren für die Informationsbeschaffung an [Krisenorten](#) verbinden und so Ersthelfern, der Polizei oder der Armee zu einem synchronisierten Verständnis der Folgen einer Katastrophe verhelfen<sup>17</sup>, wobei auch Informationen über Umweltgefährdungen, Gesundheitszustand und die Aktionen von Ersthelfern aufgezeichnet und

übermittelt werden.

Die Idee eines zentralisierten Telefons oder anderen Kommunikationsgeräts könnte aber von den Fähigkeiten der kleineren Sensoren des 5G-Zeitalters ausgestochen werden. Sensoren im Stoff eines T-Shirts könnten beispielsweise mit den Sensoren in einem Auto kommunizieren, um dem Auto mitzuteilen, dass Sie kommen und dass es sich auf Ihre Ankunft vorbereiten soll. Die Kreditgesellschaft [Mastercard](#) bietet eine Umgebung, in der die Geräte von unseren Konsumgewohnheiten lernen, diese Information mit anderen Geräten teilen und diese Gewohnheiten vorwegnehmen oder fördern<sup>18</sup>.

Foto: Ein Google-Glass-Träger, von Loïc Le Meur – Flickr: [Loïc Le Meur on Google Glass, CC BY 2.0](#).



Die geringere Rechenlast der Geräte könnte zudem in Technologien wie [Google Glass](#), die nach einer fehlgeschlagenen Einführung neu als Produkt für den Arbeitsplatz erhältlich sind, mehr Funktionalitäten für die erweiterte Realität schaffen<sup>19</sup>. Google Glass setzt auf die Benutzererfahrung, die Eyetracker, Stimm- und Gestensteuerung kombiniert und die Art, wie wir mit Information interagieren, verändert. Zur Benutzererfahrung im 5G-Zeitalter könnten in die Umgebung eingebettete Echtzeitrückmeldungen gehören und langfristig könnte eine Schnittstelle mit anderen Geräten, die in andere Gegenstände eingebettet sind, geschaffen werden.

Zu den Möglichkeiten einer solchen Verwendung gehören Live-360°-Sicht, geteilte Sicht und Echtzeitinteraktion mit Avataren, die in der lokalen Umgebung erscheinen. Dazu gehört auch die [erweiterte Realität in Echtzeit für Ersthelfer](#), die für die Koordination der Rettungsmassnahmen die Perspektive einer Drohnenkamera für eine Adlersicht in Echtzeit zeigen könnte<sup>20</sup>.

### Kommunikation: Mensch zu Mensch

5G-Netze werden auch die zwischenmenschliche Kommunikation verändern und neue Chancen für die Telepräsenz und immersive Gespräche schaffen. Zusammen mit der virtuellen Realität könnte 5G Teilnehmenden ermöglichen, einen Raum nicht nur von einem festen Punkt zu sehen, sondern sich gestützt auf zahlreiche, verbundene Kameras an verschiedenen Orten zu bewegen – ein heiliger Gral der VR, bekannt als die «sechs Freiheitsgrade», das heisst die sechs möglichen Bewegungsverläufe eines Nutzers. Wenn diese Technologie Wirklichkeit wird, könnte sie den Weg zu einer Echtzeitpräsenz an abgelegenen Orten ebnen und dem Konzept der «Telependler» eine neue Bedeutung geben.

Diese Telepräsenz wird für eine Reihe von Tätigkeiten neue Möglichkeiten schaffen, die im Moment die Anwesenheit vor Ort verlangen. Zum Beispiel in der Chirurgie: China setzte 2019 gemäss [chinesischen Medienberichten](#) den Meilenstein für die erste Telepräsenzoperation, als ein Chirurg in Peking mit dem 5G-Netzwerk von Huawei einen 3000 Meilen weit entfernten Patienten operierte<sup>21</sup>. [Medizinische 5G-Telepräsenz](#) würde Ärzten und Chirurgen ermöglichen, ihr Fachwissen an irgendeinem Ort der Welt in Echtzeit anzubieten<sup>22</sup>, wodurch möglicherweise in abgele-

genen Gebieten der Zugang zu fortgeschrittenen medizinischen Verfahren und Ausbildung erleichtert würde.

Die Hochgeschwindigkeitskommunikation würde die Verzögerung und Unterbrüche beseitigen, die viele unserer heutigen Videoanrufe stören. Mit einer schnelleren, grösseren Datenübermittlung über 5G- und 6G-Netze wird die Zukunft der holographischen Videokonferenz nicht mehr länger vom Netzwerk eingeschränkt, sondern vielmehr von der Optik. Heute ist die [holographische Telepräsenz](#) bei Verwendung von mehreren Kameras und Projektoren in einem Zylinder möglich<sup>23</sup>. Diese Maschinen sind aber sperrig und der Sichtradius begrenzt, wodurch das Bild von bestimmten Orten im Raum verschwindet. Die [volumetrische Anzeige](#)<sup>24</sup> wird weiter erforscht. Dabei werden Hochgeschwindigkeitslaser verwendet, um die Illusion eines Gegenstands im dreidimensionalen Raum zu schaffen. Allerdings sind diese heute auf eine einzelne Farbprojektion beschränkt.

## 5G: Einschränkungen und Bedenken

Die Einführung von 5G wird eine beträchtliche Investition in die Aufrüstung der Infrastruktur erfordern. Sie wird [weltweit auf einen Gesamtbetrag zwischen USD 500 Mia. und USD 1 Billion geschätzt](#)<sup>25</sup>. Die Anpassung der unterstützenden Systeme (um sicherzustellen, dass die Geräte, Lieferkette und andere Systeme 5G nutzen können) ist noch teurer: Die globalen Gesamtkosten werden für das erste Jahr der Einführung auf USD 2,7 Billionen geschätzt. Dies beschränkt die 5G-Einführung auf eine Handvoll Akteure, die bereits in der Telekommunikation arbeiten.

Ein wichtiger geopolitischer 5G-Akteur ist Huawei, der chinesische Kommunikationsriese, der zum Kummer der USA den Markt beherrscht. Das US-Verteidigungsministerium äussert in seinen [Empfehlungen für die 5G-Einführung](#)<sup>26</sup> Befürchtungen, dass die in China produzierten und nach Übersee verschifften Geräte den gleichen Datenzugriff durch Huawei ermöglichen wie die auf dem chinesischen Festland vertriebenen. Europäische Mitbewerber wie Nokia und Ericsson werden durch die strengen Datenschutzstandards der DSGVO reguliert. Für einige Beobachter fehlt ihnen aber der [Wettbewerbsvorteil](#) und die Produktionskapazität ihres chinesischen Rivalen<sup>27</sup>. Trotzdem sind diese Unternehmen inmitten der Sicherheitskontroverse vorgeprescht: Nokia verkündete, dass es [mehr Verträge für 5G-Systeme](#) unterzeichnet hat als Huawei<sup>28</sup>.

*Eine Vodafone-5G-Antenne in Deutschland. By Fabian Horst, CC BY-SA 4.0, via [Wikimedia Commons](#).*



Trotz der [US-amerikanischen](#)<sup>29</sup> (und [tschechischen](#)<sup>30</sup>) Bedenken in Bezug auf die Sicherheitsrisiken durch die Verwendung von chinesischen Plattformen für die Kommunikation – die ein chinesisches Geheimdienstgesetz zitieren, das besagt, dass die Angestellten von nationalen Geheimdienstabteilungen in Übereinstimmung mit den einschlägigen nationalen Bestimmungen Transport- oder Kommunikationsmittel, Räumlichkeiten und Gebäude vorrangig nutzen können oder gesetzlich ermächtigt sind, sie zu beschlagnahmen – ist Huawei in diesem Markt von [Brasilien](#)<sup>31</sup> bis nach [Grossbritannien](#)<sup>32</sup> auf dem Vormarsch. Andere Staaten, einschliesslich Australien, Neuseeland und Japan, folgten dem Verbot der USA, aber die [Haltung der USA zeigte sich flexibel](#)<sup>33</sup>. Es scheint aber klar, dass die geopolitischen Bedenken in den Bereichen Vorschriften und Cybersicherheit drohend über der Geschwindigkeit und dem Umfang der

globalen 5G-Einführung aufragen.

Zu den weiteren Einschränkungen für die 5G-Einführung gehören eine Reihe von lokalen regulatorischen Hürden, einschliesslich der Wahrnehmung der Öffentlichkeit in Bezug auf die gesundheitlichen Auswirkungen aufgrund der Strahlen – eine Befürchtung, die von [Desinformationskampagnen](#)<sup>34</sup> genährt wird. Die Weltgesundheitsorganisation hat [bisher keine Hinweise](#) daraufhin gefunden, dass die 5G-Strahlen ein öffentliches Gesundheitsrisiko<sup>35</sup> darstellen. Dies wird von mehreren [unabhängigen Forschungsstudien](#)<sup>36</sup> gestützt. Das US-amerikanische [Zentrum für Seuchenkontrolle CDC](#) weist darauf hin, dass es keine definitive Antwort auf die Frage gibt, ob es einen Zusammenhang der Nutzung von Mobiltelefonen mit gefährlicher Strahlenbelastung gibt<sup>37</sup>, während die Kommunikationskommission der USA verkündete, dass die [aktuellen Sicherheitsvorkehrungen](#)<sup>38</sup> für Mobiltelefone auch für 5G-Netze streng genug seien.

Trotzdem brachten die Bedenken der Bevölkerung den [Bund](#) dazu, ein Überwachungsprojekt für 5G-Strahlung auf die Beine zu stellen<sup>39</sup> und der Kanton [Waadt](#) hat die 5G-Einführung auf Eis gelegt<sup>40</sup>. Im Silicon Valley haben die Bay-Area-Städte [Mill Valley](#), [Sebastopol](#)<sup>41</sup> und [San Rafael](#)<sup>42</sup> den Bau von 5G-Antennen blockiert und warten ergänzende Informationen zu ihren gesundheitlichen Auswirkungen ab.

5G-Dienste sehen sich zudem technischen Grenzen gegenüber, die vom Frequenzbandsegment abhängen, auf dem sie sich bewegen. Die 5G-Einführung verwendet den Millimeterwellenfrequenzbereich, auf dem verdichtete Datenmengen über sehr kurze Distanzen bis 300 m übermittelt werden können. Dies entspricht einer Frequenz zwischen 24 und 300 GHz. Das 5G-Signal erfordert ein dichteres Antennennetz, da ein zuverlässiges Signal alle 150 Meter einen Standort benötigt. Die Auswirkung dieser Antennen auf die Nachbarschaft führte ebenfalls zu [Widerstand der Bevölkerung gegen ihre Standorte](#)<sup>43</sup>. Die Millimeterwellentechnologie stellt auch aus materieller Sicht eine Herausforderung dar, da die weltweite 5G-Nachfrage die Verfügbarkeit von 5G-Halbleitern – sowie des Fachwissens und der Energien –, die für den Bau und Unterhalt benötigt werden, belasten könnte.

Alternativ benutzen sogenannte «Sub 6 GHz»-Frequenzen längere Wellen, die bereits von Kommunikationsdiensten in militärischen, Notfall- und einigen kommerziellen Anwendungen genutzt werden. Diese sind für eine breitere Kundenbasis einfacher zugänglich, stellen aber eine Gefahr für die Sicherheit der bereits auf diesen Kanälen übermittelten Kommunikation dar. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit ist die Störung zwischen überlappenden Nutzern eine erhebliche Gefährdung für die Zuverlässigkeit der Sub-6-Frequenzen.

## Jenseits von 5G: Quantenkommunikation

Mit Blick auf eine fernere Zukunft arbeiten Wissenschaftler heute an Quantentechnologien, die die Kommunikation auf eine neue Ebene bringen könnten. Die Quantentechnologie stützt sich auf ein tieferes Verständnis der Physik auf Atomebene, in der die Regeln der Makrowelt anders funktionieren. So kann beispielsweise Licht gleichzeitig als Partikel und Welle genutzt werden, wodurch eine «Überlagerung» beider geschaffen wird. Dies bedeutet im Wesentlichen eine Wende für die Rechenmöglichkeiten durch die Abkehr von der binären Logik der Bits – 0 und 1 – zur Quantenlogik der Qubits, wo Daten auf unendlichen Punkten zwischen 0 und 1 gespeichert werden können.

Quantencomputing wurde in Laboratorien durchgeführt und wird sogar von Unternehmen wie [IBM Q](#)<sup>44</sup> kommerzialisiert, das kürzlich eine Partnerschaft mit verschiedenen Akteuren (von den Physikern am [CERN](#)<sup>45</sup> bis zum Energiegiganten [ExxonMobil](#)<sup>46</sup>) verkündete.

Obwohl noch weitgehend Theorie sprechen Wissenschaftler davon, dass die Quantentechnologie in der Kryptographie einen radikalen Wandel einläuten könnte. In Anbetracht des physikalischen Gesetzes, dass man die Geschwindigkeit und den Ort eines Partikels nicht gleichzeitig beobachten kann, könnte Quantencomputing eine Kommunikation schaffen, die externe Beobachtung bemerkt – also Nachrichten, die durcheinandergebracht werden, wenn ein unerlaubter Betrachter sie zu lesen versucht.

Die bereits 1984 theoretisierte Quantenverschlüsselung wurde während einer nationalen Wahl 2007 für die Sicherung der [Übermittlung der Stimmen von den Wahllokalen nach Genf](#)<sup>47</sup> verwendet. Die gegenwärtige Verschlüsselung setzt unabhängig von der durch den Schlüssel entschlüsselten Nachricht für die Verschlüsselung am Startpunkt – ein Schloss – und die Entschlüsselung beim Erhalt – ein Schlüssel – auf Quantendaten. Dies wird Quantenschlüsselaustausch (QKD) genannt und ist ein vielversprechender erster Schritt zur vollständigen Quantenverschlüsselung des Datenflusses. QKD ersetzt die langen Zahlenreihen, die in der traditionellen Verschlüsselung verwendet werden, mit einer Art «Schnappschuss» des exakten Zustands einer Reihe von Qubits. Dies geschieht üblicherweise mit Glasfaserkabeln, die mit den heute in der Internetinfrastruktur verwendeten identisch sind.

Die Einschränkung dieser Technologie ist die Distanz: Wird ein dichter Quantenschlüssel weit von seiner Quelle wegetransportiert, bricht die Datenstabilität zusammen und fügt Abweichungen in die Schlüsselkopie ein, wodurch die Fähigkeit der Kopie, das Original zu bestätigen, getrübt und die Gewissheit, den gleichen Schlüssel zu haben, reduziert wird. Diese Beeinträchtigung der Übermittlungssicherheit beginnt, wenn sich die Qubits 200 km von der Quelle entfernen. Unternehmen wie [Raytheon](#) arbeiten an Methoden<sup>48</sup>, um einen Schlüssel vom Ausgangspunkt zum Empfänger der Übermittlung zu senden, der diese Einschränkung überwindet.

Am aussichtsreichsten ist der [quantenmechanisch verschränkte Videofluss von Wien nach Peking](#) (7600 km), den

chinesische Forscher 2018<sup>49</sup> mit einem erdumlaufenden Satelliten erzeugten, der auf beide Seiten der Übertragung quantensichere Entschlüsselungscodes übermittelte. Bei diesem Konzeptnachweis wurden während 75 Minuten 2 Qubit gesicherte Daten übertragen. Er war jedoch für die Wiederholung des Signals auf 32 zusätzliche Knoten angewiesen und die Stärke der Übertragung blieb so relativ begrenzt.

Die Aussicht auf solche leistungsstärkere Verschlüsselungswerkzeuge könnte die Stärke der heutigen Sicherheitsprotokolle verringern. Da Quantencomputer fähig sind, grössere Zahlenbereiche gleichzeitig zu verarbeiten, hacken sie Verschlüsselungscodes deutlich schneller als traditionelle Computer. Stellen Sie sich vor, dass sie versuchen, ein Zahlenschloss alleine zu knacken, indem Sie jede Zahlenkombination einzeln eingeben und vergleichen Sie dies mit einem Raum voll Personen mit identischen Kopien des Schlosses, die gleichzeitig am Problem arbeiten. Dies ist ungefähr der Unterschied zwischen traditionellen Hackermethoden, die eine Zahlenreihe auf einmal eingeben können, und Quantencomputing, das gleichzeitig mehrere Zahlenkombinationen ausprobieren kann. Die US Defense Information Systems Agency des Pentagons startete heuer eine [Ausschreibung für quantenresistente Verschlüsselungsmethoden](#)<sup>50</sup>.

Noch mehr Aufsehen könnte aber eine andere Kommunikationsform der Zukunft erregen: Das Quanteninternet, in dem die sensibelsten Daten sicher in Echtzeit mit einem Verfahren übermittelt werden können, das «Quantenverschränkung» genannt wird. Die Verschränkung bezieht sich auf ein Phänomen, das nur auf der kleinsten physikalischen Ebene vorkommt und bei dem das Verhalten von Partikeln, unabhängig von ihrer Distanz, augenblicklich von einem anderen Partikel beeinflusst wird. Die Einschränkung der Quantenkommunikation durch Verschränkung besteht in der enormen Schwierigkeit, diese Verschränkung zu bewahren. Dieses Verfahren ist zurzeit auf 10 Qubits beschränkt, allerdings kündigen jüngste Fortschritte eine [ununterbrochene 10-Qubit-Reihe](#)<sup>51</sup> auf einer 20-Qubit-Kette an.

Die Nutzarmachung dieser Stärke für die Datenübertragung würde sofortige, sichere Kommunikation irgendwo auf dem Planeten oder im Weltraum bedeuten: Stellen Sie sich einen Computer vor, der nicht nur Daten übermittelt, sondern diese Berechnungen augenblicklich an eine Maschine in einem anderen Teil der Welt, an einen Satelliten oder an ein Raumschiff übermittelt, wie dies [Chinesische Wissenschaftler](#) 2017 erreichten<sup>52</sup>.

### Was kommt als nächstes?

Die Ausbreitung des 5G-Signals bedeutet schnellere Dienste und schnellere Gleichzeitigkeit unserer Kommunikation sowie ein breiterer Datenfluss, der von den menschlichen Nutzern des Netzwerks geliefert und erfasst wird. Durch die passive umgebende Datenerfassung wird diese Kommunikation auch stattfinden, wenn jemand «aussteigt». Die Auswirkungen von 5G könnten sich als Test für die Fähigkeit des menschlichen Verstand erweisen, sich an die Herausforderung der heutigen Informationslandschaft anzupassen – Social Media Pings, Telefonbenachrichtigungen und News Updates haben die [Aufmerksamkeitsspanne bereits verkürzt, stellen unsere sozialen Interaktionen in Frage und haben das Gedächtnis verschlechtert](#)<sup>53</sup>. Diesen schnellerfliessenden Fluss zu verbreitern würde bedeuten, eine digitale Flut in einen Mahlstrom zu verwandeln.

Die Lösung dieses Problems liegt möglicherweise in mehr Technologie – eine Technologie, die die Information auf eine Stufe verlangsamen kann, die für die menschliche Wahrnehmung angenehm ist, Maschinen, die Daten analysieren, um die Bedürfnisse vorherzusagen und vorwegzunehmen, bevor wir daran denken, zu fragen. In diesem Fall hängt die Frage nach Utopie oder Dystopie davon ab, ob wir diese Lösungen als Trost für den passiven Informationskonsumenten gestalten oder für die Vereinfachung einer übergeordneten Tätigkeit und Kontrolle über die Entscheidungen unseres Lebens.

### Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2019>
2. <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/5g-wireless-technology-market.html>
3. <https://www.swisscom.ch/de/about/news/2019/04/17-erstes-5g-netz-live.html>
4. <https://www.latimes.com/business/la-fi-amazon-spacex-space-internet-20190705-story.html>
5. <https://fcw.com/articles/2019/07/05/dod-preps-bases-5g.aspx>
6. <https://www.fcc.gov/document/fcc-authorizes-spacex-provide-broadband-satellite-services>
7. <https://www.latimes.com/business/la-fi-amazon-spacex-space-internet-20190705-story.html>
8. <https://twitter.com/esaoperations/status/1168533241873260544>
9. <https://www.technologyreview.com/s/613239/why-satellite-mega-constellations-are-a-massive-threat-to-safety-in-space/>
10. <https://en.wikipedia.org/wiki/Cloudlet>
11. <https://www.ericsson.com/assets/local/publications/ericsson-technology-review/docs/2016/etr-5g-cloud-robotics.pdf>
12. <https://www.en.cloudminds.com/>
13. <https://venturebeat.com/2019/05/08/waymo-cto-5g-will-be-a-self-driving-car-accelerator-and-enabler/>

14. <https://www.washingtonpost.com/technology/2019/05/28/its-middle-night-do-you-know-who-your-iphone-is-talking/>
15. <https://www.cuebiq.com/location-intelligence/attribution/>
16. <https://www.mediavillage.com/article/perfecting-out-of-home-measurement-an-interview-with-clear-channels-andy-stevens/>
17. <http://www.blueforcedev.com>
18. <https://www.mastercard.us/en-us/consumers/payment-technologies/connected-commerce.html>
19. <https://www.blog.google/products/hardware/glass-enterprise-edition-2/>
20. <https://www.verizon.com/about/news/5g-and-mixed-reality-glasses-help-change-how-we-see-world>
21. <http://www.chinadaily.com.cn/a/201903/18/WS5c8f0528a3106c65c34ef2b6.html>
22. <https://www.proximie.com/>
23. <http://www.humanmedialab.org/blog/telehuman2>
24. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-01125-y>
25. <https://www.greensill.com/whitepapers/financing-the-future-of-5g/>
26. [https://media.defense.gov/2019/Apr/04/2002109654/-1/-1/0/DIB\\_5G\\_STUDY\\_04.04.19.PDF](https://media.defense.gov/2019/Apr/04/2002109654/-1/-1/0/DIB_5G_STUDY_04.04.19.PDF)
27. <https://www.aspistrategist.org.au/huawei-and-5g-what-are-the-alternatives/>
28. <https://www.reuters.com/article/us-nokia-5g/nokia-says-it-has-moved-ahead-of-huawei-in-5g-orders-idUSKCN1T428W>
29. <https://www.nytimes.com/2019/07/05/technology/huawei-lawsuit-us-government.html>
30. <https://www.nytimes.com/2019/02/12/world/europe/czech-republic-huawei.html>
31. <https://www.reuters.com/article/us-huawei-tech-brazil-idUSKCN1U42GA>
32. <https://www.theguardian.com/technology/2019/jul/06/huawei-uk-mobile-5g-networks-operators-gamble-security-concerns>
33. <https://www.nytimes.com/2019/07/09/business/huawei-donald-trump.html>
34. <https://www.nytimes.com/2019/05/12/science/5g-phone-safety-health-russia.html>
35. <http://www.emfexplained.info/?ID=25718>
36. [https://sp.ehs.cornell.edu/lab-research-safety/radiation/rf-microwaves/Documents/RF\\_microwave\\_safety\\_program.pdf](https://sp.ehs.cornell.edu/lab-research-safety/radiation/rf-microwaves/Documents/RF_microwave_safety_program.pdf)
37. [https://www.cdc.gov/nceh/radiation/cell\\_phones\\_faqs.html](https://www.cdc.gov/nceh/radiation/cell_phones_faqs.html)
38. <https://www.fcc.gov/document/chairman-pai-proposes-maintain-current-rf-exposure-safety-standards>
39. <https://www.reuters.com/article/us-swiss-5g/switzerland-to-monitor-potential-health-risks-posed-by-5g-networks-idUSKCN1RT159>
40. <https://lenews.ch/2019/04/11/swiss-canton-blocks-5g-mobile-rollout/>
41. <https://www.marinij.com/2018/09/09/mill-valley-joins-effort-to-constrain-5g-proliferation/>
42. <https://www.marinij.com/2018/08/21/san-rafael-residents-take-pre-emptive-strike-against-5g-installations/>
43. <https://www.citylab.com/life/2019/05/fast-internet-wireless-service-provider-wifi-5g-boxes-fcc/587269/>
44. <https://www.research.ibm.com/ibm-q/>
45. <https://www.ibm.com/blogs/research/2019/03/cern-ibm-quantum/>
46. <https://newsroom.ibm.com/2019-01-08-ExxonMobil-and-Worlds-Leading-Research-Labs-Collaborate-with-IBM-to-Accelerate-Joint-Research-in-Quantum-Computing>
47. <https://www.economist.com/technology-quarterly/2019/02/18/the-promise-of-quantum-encryption>
48. <https://www.raytheon.com/capabilities/products/quantum#q-key>
49. <https://www.technologyreview.com/s/610106/chinese-satellite-uses-quantum-cryptography-for-secure-video-conference-between-continent/>
50. [https://www.fbo.gov/index.php?s=opportunity&mode=form&id=95f46419bef0eb24a69e15771e722cb2&tab=core&\\_cview=1](https://www.fbo.gov/index.php?s=opportunity&mode=form&id=95f46419bef0eb24a69e15771e722cb2&tab=core&_cview=1)
51. <https://science.sciencemag.org/content/364/6437/260>
52. <https://arxiv.org/abs/1707.00934>
53. <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/06/190605100345.htm>

# Die Zukunft der Kommunikation in der Schweiz

Obwohl sie über keinen Netzwerktechnologieanbieter verfügt, gehört die Schweiz zu den Ländern, in denen die 5G-Einführung am weitesten fortgeschritten ist. Mit den ausgereiften und auch gut entwickelten Sensorik- und Mikrotechnologiebranchen, kombiniert mit den erstklassigen wissenschaftlichen Forschungszentren und Spitzenentwicklungen in der Robotik könnte die Schweiz zu den Vorreitern der Kommunikationsbranche der nächsten Generation gehören. Die führende Position des Landes könnte aber durch die sehr strenge Gesetzgebung und den wachsenden Widerstand der Bevölkerung gegenüber 5G verhindert werden. Die Schweiz ist zudem eine Schlüsselfigur in der Quantenkommunikation, eine mögliche Nachfolgerin des 5G.

<b>S</b> Start: no real activities	<b>T</b> Trend: Early activities	<b>A</b> Advanced	<b>R</b> Ready	<b>S T A R</b>
---------------------------------------	-------------------------------------	-------------------	----------------	----------------

## MENSCH-ZU-MENSCH-KOMMUNIKATION

### Telepräsenz

**S T A R**

Die Telepräsenz ist eine bedeutende Strömung der Mensch-zu-Mensch-Kommunikation. In der Schweiz selber werden keine Telepräsenzroboter hergestellt, aber We-secure.ch vertreibt Produkte von [Double Robotics](#)<sup>1</sup>, und an der ETH Lausanne (EPFL) hat CISCO ein Entwicklungsteam für Videokonferenzsysteme mit [Telepräsenz](#)<sup>2</sup> (2 Patente angemeldet). Mit der ETHZ und der EPFL, die beide an Telepräsenzprogrammen arbeiten, ist die wissenschaftliche Forschung weit fortgeschritten. Die EPFL verfügt über eine aktive, auf hirngesteuerte Telepräsenzroboter fokussierte Arbeitsgruppe zu [diesem Thema](#)<sup>3</sup>, die 184 Veröffentlichungen aufweist. Das CGL (Computer Graphic Laboratory) der ETHZ arbeitet an Softwarekomponenten wie Anzeige, [Blickbewusstsein und Erfassungsalgorithmen](#)<sup>4</sup>. [Gemäss Forbes](#)<sup>5</sup> nimmt die Schweiz in der weltweiten Robotikentwicklung eine Vorreiterrolle ein. Wir befinden uns folglich in einer interessanten Ausgangslage für die weitere Telepräsenzentwicklung.

### Holographische Videos & volumetrische Anzeige

**S T A R**

Die ETHZ entwickelte 2006 [HoloPort](#)<sup>6</sup>, ein Gerät für die gleichzeitige Video- und Datenkonferenz mit Blickbewusstsein. Seitdem haben mehrere Schweizer Unternehmen, darunter [Hologtech SA](#)<sup>7</sup>, [Wayray](#)<sup>8</sup>, [Amethys Technologies & Consulting Sàrl](#)<sup>9</sup> und [Oloxmax](#)<sup>10</sup> holographische Videosysteme im Angebot. Die EPFL entwickelt eine auf dem Kopf getragene [holographische Anzeige](#)<sup>11</sup>.

## MENSCH-ZU-MASCHINE-KOMMUNIKATION

### Kleinere Sensoren

**S T A R**

Die Schweiz hat eine reiche F&E-Geschichte in der Kleinsensorik, die sich bis anhin hauptsächlich auf Komponenten geringer Grösse/Leistung für die Uhrenbranche spezialisierte. Einige der weltweit führenden F&E-Institute in diesem Bereich befinden sich im Land: das CSEM und die ETH Lausanne. Das Land verfügt über ein gesundes Ökosystem mit Unterauftragnehmern und Unternehmen im Bereich Geräte mit geringem CSWaP (Kosten, Grösse, Gewicht und Leistung). Dazu gehören EM Microelectronic, Melexis, Sensirion und STMicroelectronics. Ein Beispiel für nationale Errungenschaften auf diesem Gebiet ist Sensirion mit dem weltweit kleinsten Feuchte- und Temperatursensor, der problemlos in Unterhaltungselektronik- und [mobile Lösungen integriert werden kann](#)<sup>12</sup>.

### Sensoren in Kleidungsstücken

**S T A R**

In der Schweiz gibt es fortgeschrittene Tätigkeiten im Bereich Sensorik in Kleidern. Etliche Akteure, darunter die [Empa](#)<sup>13</sup>, die EPFL<sup>14-15</sup> (auch in Zusammenarbeit mit dem MIT<sup>16</sup>), die [ETHZ](#)<sup>17</sup>, [CSEM](#)<sup>18</sup> und [STMicroelectronics](#)<sup>19</sup>, bieten «kleidungskonforme» Technologien an. 2015 wurde ein Start-up, [SensCore](#)<sup>20</sup>, gegründet, das seine Tätigkeit inzwischen wieder eingestellt hat. Das Land benötigt weiter ein erstes verbraucherbezogenes Unternehmen, um «ready» zu sein.

## AR-Brillentechnologie

S T A R

Magic Leap, ein auf die erweiterte Realität (AR) spezialisiertes Start-up, hat 2018 die Teams des ehemaligen Spin-off der EPFL Lemoptix übernommen. Magic Leap expandiert seine Präsenz in der Schweiz mit einem neuen Kompetenzzentrum in Lausanne. Dieses Zentrum fokussiert seine Anstrengungen auf die Weiterentwicklung der Optik und Photonik von [Magic Leap für zukünftige Geräte](#)<sup>21</sup>. Der schweizerische [STMicroelectronics](#)<sup>22</sup> hat verschiedene Produkte und ICs für AR-Geräte für die beste Integration mit der richtigen Autonomie und Präzision im Angebot. Zu den wichtigsten Produkten gehören hochpräzise Bewegungssensoren, Näherungssensoren, extrem sparsame Hochleistungsmikrocontroller, Powermanagement und kabelloses Laden sowie Bluetooth- und NFC-Verbindungsfähigkeit. Mehrere Schweizer Unternehmen sind im Bereich virtuelle und erweiterte Realität tätig, wie [Virtual Tomato](#)<sup>23</sup>, [Bandara](#)<sup>24</sup> und [Necio](#)<sup>25</sup>.

## Immersive video

S T A R

Laut der «House of Switzerland»-Website des [EDA](#)<sup>26</sup> interessieren sich immer mehr Schweizer Start-ups für die VR-Branche. Mehrere Start-ups der EPFL und der Zhdk ziehen die Aufmerksamkeit von grossen AR-/VR-Unternehmen auf sich: [Somniacs AG mit Birdly](#)<sup>27</sup> aber auch [Artanim](#)<sup>28</sup> und [apelab](#)<sup>29</sup>. Den Schweizer Massstab in dieser Technologie setzt MindMaze, ein Start-up aus Lausanne, dessen Wert auf eine Milliarde Dollar geschätzt wird und das die VR-Technologie im Gesundheitswesen anwendet.

## MASCHINE-ZU-MASCHINE-INTERAKTIONEN

### Internet der Dinge (IoT)

S T A R

Die Schweiz ist Sitz von einigen der frühen Förderer und treibenden Unternehmen der [LoRa Alliance](#)<sup>30</sup>, einer offenen, nicht gewinnorientierten Vereinigung, die seit ihrer Gründung im März 2015 über 500 Mitglieder gewonnen hat. LoRa vertreibt LoRaWAN, ein Netzwerkprotokoll für den Niedrigenergieverkehr (Low Power Wide Area Network, kurz LPWA), das entwickelt wurde, um batteriebetriebene «Dinge» kabellos in regionalen, nationalen oder globalen Netzwerken mit dem Internet zu verbinden. Es zielt aber auch auf wichtige Anforderungen des Internets der Dinge (IoT) ab, wie die Zwei-Wege-Kommunikation, durchgehende Sicherheit, Mobilität und Lokalisierungsdienstleistungen. Eines der wichtigsten Mitglieder der Alliance ist das Schweizer Unternehmen [Semtech](#)<sup>31</sup>. Neben zahlreichen wissenschaftlichen Forschungsteams (ETH Zürich und Lausanne, [He-Arc](#)<sup>32</sup>, CSEM) liefern viele Unternehmen bereits Dienstleistungen für das Internet der Dinge, zusammen mit intelligenten Diensten. Dazu gehören [Axians](#)<sup>33</sup>, [Ebewan](#)<sup>34</sup>, [GEOA](#)<sup>35</sup> und [MTF](#)<sup>36</sup>.

### Cloudrobotik

S T A R

Die ETH Zürich war Teil des KTI-Projekts [ECRP](#)<sup>37</sup> – Enterprise Cloud Robotics Platform. 2014 entstand daraus [Rapyuta Robotics](#)<sup>38</sup>, ein Spin-off der [ETH Zürich](#)<sup>39</sup>. 2018 war dieses Start-up USD 9,5 Millionen wert. Es ist eine der 11 internationalen Firmen, die auf Wikipedia unter Cloud Robotics aufgeführt sind.

### Selbstfahrende Fahrzeuge

S T A R

Der STAR-Bericht zur zukünftigen Mobilität in der Schweiz konstatiert, dass das Land im Bereich autonome Fahrzeuge weit fortgeschritten und im Bereich autonome Flugzeuge ein Trendland ist.

## 5G: EINSCHRÄNKUNGEN UND BEDENKEN

### Geopolitik

S T A R

Die NATO betrachtet das 5G in den Händen von Huawei als Gefahr. Die USA und zahlreiche andere westliche Länder haben Huawei aufgrund seiner engen Beziehung zur chinesischen Regierung von der Bewerbung für ultraschnelle 5G-Netzwerke ausgeschlossen. US-General Scaparrotti warnte, dass das US-Militär nicht mehr mit Ländern kommunizieren wird, welche die Technologie von Huawei für die Kommunikation in der Verteidigung [verwenden](#)<sup>40</sup>. Im Bereich der Telekommunikation dominieren die USA und China die Welt. Laut einem Bericht des Instituts Montaigne muss Europa sein eigenes Netzwerk entwickeln. Dieser Bericht präsentiert alle Risiken in Verbindung mit der amerikanischen und chinesischen Vorherrschaft im Bereich [Kommunikationsnetzwerke](#)<sup>41</sup>. Die Vorteile der Kontrolle der 5G-Netzwerke werden nicht nur auf wirtschaftlicher Ebene gemessen, denn die Kontrolle der physikalischen Ebene (Antennen, Netzwerke) bedeutet die Kontrolle des Datenverkehrs und folglich die Verfügbarkeit und die Vertraulichkeit der Daten, die über diese [Netzwerke fliessen](#)<sup>42</sup>. Die Schweiz kann zurzeit keine Alternativen zu den vorherrschenden Lösungen der grössten Akteure im Telekommunikationsmarkt liefern. Sie profitiert jedoch von ihrer Unabhängigkeit von den Sicherheitspolitikbündnissen, aufgrund deren manche Länder gezwungen werden, Stellung zu beziehen. Der Bund muss Massnahmen gegen [Cyberrisiken](#)<sup>43</sup> umsetzen, kann aber die privaten Netzbetreiberinnen nicht in der Wahl ihrer 5G-Technologieanbieter beeinflussen. Es liegt in der Verantwortung der Betreiberinnen, die Privatsphäre und den Datenschutz der Telekommunikation sicherzustellen.

## Cybersicherheit

S T A R

Die «[Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken](#)» für die Jahre 2018–2022<sup>44</sup> umreist den Bedarf nach Fachpersonen für Cybersicherheit. Im März 2019 führten die ETH Zürich und Lausanne mit der Unterstützung des Bundes einen gemeinsamen [Master in Cybersicherheit](#)<sup>45</sup> ein. Obwohl die ETH Lausanne seit über zehn Jahren in die Forschung zur Cybersicherheit investiert, ist dieser Studiengang der schweizweit erste universitäre Abschluss auf diesem Gebiet. Eine Studie von Deloitte zeigt auf, dass die meisten international ausgerichteten Unternehmen das Risiko einer Cyberbedrohung als hoch einstufen, während die auf den Heimmarkt ausgerichteten Firmen diese Bedrohung im [Allgemeinen als gering betrachten](#)<sup>46</sup>. Die Schweizer Armee verfügt über eine [Cyber-Defence-Abteilung](#)<sup>47</sup>, aber im Gegensatz zur französischen [ANSSI](#)<sup>48</sup> hilft diese privaten Unternehmen nicht. Die Schweiz zählt zahlreiche private Unternehmen im Cybersicherheitsbereich. Eines davon ist [ProtonMail49](#), ein Ende-zu-Ende verschlüsselter E-Mail-Dienst, der 2014 von der Forschungseinrichtung CERN gegründet wurde.

## Wahrnehmung der Öffentlichkeit

S T A R

Die Schweiz gehörte zu den ersten Ländern, die mit der Einführung von 5G begonnen haben. Gesundheitliche Befürchtungen aufgrund der Strahlen der Antennen der nächsten Mobilfunkgeneration führten aber im ganzen Land zu [Bedenken](#)<sup>50</sup>. Mehrere Kantone, darunter Genf, Waadt, Freiburg und Neuenburg haben dem Druck von Onlinepetitionen nachgegeben und den Bau von [5G-Infrastrukturen auf Eis gelegt](#)<sup>51</sup>. Die Schweizer Medien veröffentlichen regelmässig Artikel zu 5G-Themen<sup>52, 53</sup>.

## Gefahr für die öffentliche Gesundheit

S T A R

2017 beteiligten sich vier Schweizer Wissenschaftlerinnen und Ärzte an einem Aufruf für ein Moratorium gegen den 5G-Ausbau, genannt «[5G Appeal](#)<sup>54</sup>». Im April 2018 beschloss die Schweiz, ein Beobachtungssystem einzuführen, um die Bedenken zu den möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der 5G-Emissionen zu beschwichtigen und den Weg für den Ausbau der [Spitzentechnologie zu bereiten](#)<sup>55</sup>. Private Initiativen versuchen, beruhigende Signale auszusenden<sup>56, 57</sup>. Trotz dieser Massnahmen erlebt das Land von verschiedenen Seiten grossen Widerstand<sup>58, 59</sup>. Eine Online-Petition gegen 5G wurde 2019 von [über 42 000 Bürgerinnen und Bürgern unterzeichnet](#)<sup>60</sup>.

## Technische und rechtliche Grenzen

S T A R

Aufgrund der fehlenden nationalen Hersteller von Netzwerkhardware verlässt sich die Schweiz auf ausländische Anbieter und handelsübliche Technologien. Das 700-MHz-Band (durchdringt Gebäude) wurde von den drei Betreiberinnen (Swisscom: 3, Salt: 2 und Sunrise: 1) erworben, wodurch ein unausgewogenes [Angebot für hochwertige interne Netzwerke geschaffen wurde](#)<sup>61</sup>. Die Schweizer Topologie ist eine Herausforderung für die umfassende Abdeckung mit 5G. Der Bund (ComCom) fordert von jeder Betreiberin eine Abdeckung von 50 % der Bevölkerung, was zu blinden 5G-Flecken in weniger dicht besiedelten Regionen führt. Weitere technische Einschränkungen für den Ausbau von 5G in der Schweiz ist die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung ([NISV](#))<sup>62</sup>, die einen zehnmal strengeren Grenzwert festlegt als die [Europäische Union](#)<sup>63</sup>. Dieser Wert wird in den am dichtesten besiedelten Gebieten bereits von den bestehenden Netzwerken erreicht. 2018 wurde eine Arbeitsgruppe bestehend aus Vertretern von verschiedenen Bundesämtern, Kantonen, Betreiberinnen und dem Gesundheitswesen gebildet, um festzulegen, ob und wie die Gesetzgebung geändert werden soll.

## JENSEITS VON 5G

### Quantenkommunikation

S T A R

Die Schweiz ist auf dem Gebiet der Quantentechnik sehr gut ausgerichtet. Der Schweizerische Nationalfonds unterstützt die Quantenwissenschaft und -technik seit ihrem Aufkommen um die [Jahrtausendwende](#)<sup>64</sup>. Der nationale Forschungsschwerpunkt «Quantenwissenschaften und technologie» (NFS QSIT) besteht aus 32 Forschungsgruppen von verschiedenen Institutionen aus der ganzen Schweiz. Das Schweizer Unternehmen ID Quantique (IDQ) ist weltweit führend in quantensicheren Kryptolösungen für den langfristigen Datenschutz. Das Unternehmen liefert quantensichere Netzwerkverschlüsselung, Lösungen für die sichere Quantenschlüsselerzeugung und Quantenschlüsselverteilung sowie Dienstleistungen für die [Finanzbranche, Unternehmen und staatliche Organisationen weltweit](#)<sup>65</sup>.

**SCHLUSSFOLGERUNGEN auf der nächsten Seite**

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

<p><b>Switzerland's Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gut ausgereifte und entwickelte Sensorikbranche</li> <li>• Miniaturisierung und Integration von Sensoren</li> <li>• Vorreiter in der holographischen Entwicklung</li> <li>• das Land ist bereit für das IoT</li> <li>• Hauptakteur in Quantenkommunikation</li> </ul>	<p><b>Switzerland's Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr restriktive Gesetzgebung im Bereich Netzwerk</li> <li>• kein einheimischer Anbieter von Netzwerkhardwarer</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aufstrebende Start-ups im Bereich immersive Videos</li> <li>• aktive Wissenschaft in Cloudrobotik und Telepräsenz</li> <li>• fortgeschritten im Bereich autonome Fahrzeuge</li> </ul>	<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cybersicherheit und Hacker</li> <li>• grosser öffentlicher Widerstand gegen 5G</li> </ul>

### Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. <https://www.we-secure.ch/product-category/robotics/double-robotics/>
2. <https://www.20min.ch/ro/multimedia/stories/story/La-telepresence-passe-en-toute-discretion-31313510>
3. <https://infoscience.epfl.ch/record/168292?ln=en>
4. <https://cgl.ethz.ch/research/telepresence/>
5. <https://www.forbes.com/sites/andrewcave/2017/09/26/how-switzerland-became-the-silicon-valley-of-robotics/#1d-da27d200d>
6. <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/150830/eth-31064-01.pdf;jsessionid=EB2C8CA56B-5C14A59BD5EF6588ABFF3E?>
7. <https://hypervisual.ch/>
8. <https://wayray.com>
9. <https://amethys3d.com/en/holographic-display/>
10. <http://www.olomax.com/>
11. <https://actu.epfl.ch/news/curved-holographic-combiner-for-color-head-worn-di/>
12. <https://www.sensirion.com/de/ueber-uns/newsroom/sensirion-fachartikel/ultra-kleine-feuchtesensoren-fuer-anwendungen-im-bereich-consumer-electronics//>
13. <https://www.empa.ch/web/s401/selected-projects>
14. <https://actu.epfl.ch/news/an-elastic-fiber-set-to-revolutionize-smart-clothe/>
15. <https://lmts.epfl.ch/lmts-research/enviromems/page-129698-en-html/>
16. <https://www.designnews.com/electronics-test/wearable-semiconductor-cloth-eyed-new-designs-smart-clothing/200209251159586>
17. <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/13843/eth-30914-02.pdf>
18. <https://www.csem.ch/Doc.aspx?id=39052>
19. <https://www.st.com/en/applications/wearable/sports-equipment.html>
20. <https://www.arcinfo.ch/articles/regions/canton/les-dernieres-nees-121035>
21. <https://www.letemps.ch/economie/startup-magic-leap-installe-un-centre-recherche-lausanne>
22. <https://www.st.com/en/applications/virtual-augmented-reality/ar-headset-and-glasses.html>
23. <https://virtual-reality-app.ch/de/>
24. <https://www.bandara.ch/>
25. <https://www.necio.ch/necioar/>

26. <https://www.houseofswitzerland.org/de/swissstories/wissenschaft-bildung/virtuelle-realitaet-made-switzerland>
27. <https://www.somniacs.co/>
28. <http://artanim.ch/>
29. <https://www.apelab.io/>
30. <https://lora-alliance.org/>
31. <http://www.semtech.com/>
32. <http://projets.he-arc.ch/stemys-io/>
33. <https://www.axians.ch/portfolio/internet-of-things/>
34. <https://ebeewan.com/>
35. <https://www.geboa.com/>
36. <https://www.mtf.ch/de/losungen/digitalisierung/>
37. [https://www.zhaw.ch/no\\_cache/de/forschung/forschungsdatenbank/projektdetail/projektid/1572/](https://www.zhaw.ch/no_cache/de/forschung/forschungsdatenbank/projektdetail/projektid/1572/)
38. <https://www.rapyuta-robotics.com/>
39. [https://www.startup.ch/index.cfm?page=129382&profil\\_id=13147](https://www.startup.ch/index.cfm?page=129382&profil_id=13147)
40. <https://www.bilan.ch/economie/lotan-estime-que-la-5g-entre-les-mains-dhuawei-est-une-menace>
41. <https://www.institutmontaigne.org/ressources/pdfs/publications/europe-and-5g-huawei-case-part-2-cover.pdf>
42. <https://omc.ceis.eu/la-5g-enjeux-politiques-et-strategiques-dune-revolution-technologique/>
43. <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20193051>
44. [https://www.isb.admin.ch/isb/de/home/ikt-vorgaben/strategien-teilstrategien/sn002-nationale\\_strategie\\_schutz\\_schweiz\\_cyber-risiken\\_ncs.html](https://www.isb.admin.ch/isb/de/home/ikt-vorgaben/strategien-teilstrategien/sn002-nationale_strategie_schutz_schweiz_cyber-risiken_ncs.html)
45. <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2019/03/mm-master-in-cybersecurity.html>
46. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/audit/ch-en-audit-advisory-cyber-security-in-switzerland-08052014.pdf>
47. <https://www.vtg.admin.ch/de/aktuell/themen/cyberdefence.html>
48. <https://www.ssi.gouv.fr/>
49. <https://protonmail.com/de/>
50. <https://news.yahoo.com/health-fears-prompt-swiss-5g-revolt-050428328.html>
51. <https://www.avenir-suisse.ch/fr/5g-le-danger-de-signaux-contradictaires/>
52. [https://www.swissinfo.ch/ger/umstrittene-antennen\\_die-schweiz--eine-insel-des-5g-widerstands/44943876](https://www.swissinfo.ch/ger/umstrittene-antennen_die-schweiz--eine-insel-des-5g-widerstands/44943876)
53. [https://www.illustre.ch/magazine/5g-sentons-cobayes?utm\\_source=facebook&fbclid=IwAR1kXKK1yWBDK0aZRVOQB7gR-vC8o-1a3GyVbQHJPYPkAzzpl73iKYtaiA6Q..](https://www.illustre.ch/magazine/5g-sentons-cobayes?utm_source=facebook&fbclid=IwAR1kXKK1yWBDK0aZRVOQB7gR-vC8o-1a3GyVbQHJPYPkAzzpl73iKYtaiA6Q..)
54. <http://www.5gappeal.eu/signatories-to-scientists-5g-appeal/>
55. <https://www.reuters.com/article/us-swiss-5g/switzerland-to-monitor-potential-health-risks-posed-by-5g-networks-idUSKCN1RT159>
56. [https://www.sunrise.ch/content/dam/sunrise/residential/spotlight/2019/asut\\_Faktenblatt\\_Mobilfunktechnologie5G\\_Gesundheit\\_A4.pdf](https://www.sunrise.ch/content/dam/sunrise/residential/spotlight/2019/asut_Faktenblatt_Mobilfunktechnologie5G_Gesundheit_A4.pdf)
57. <https://itis.swiss/customized-research/exp-eval/5g-safety-evaluation/>
58. <http://www.pierredubochet.ch/appel-international-contre-la-5g.html>
59. [https://www.alerte.ch/images/stories/documents/normes/Document\\_general\\_fascicule\\_ARA\\_427%20pages.pdf](https://www.alerte.ch/images/stories/documents/normes/Document_general_fascicule_ARA_427%20pages.pdf)
60. <https://www.letemps.ch/economie/5g-sante-dix-points-comprendre>
61. <https://www.letemps.ch/economie/voici-5g-se-deploiera-suisse>
62. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19996141/201906010000/814.710.pdf>
63. <https://www.letemps.ch/economie/voici-5g-se-deploiera-suisse>
64. <https://www.swiss-quantum.ch/SwissQuantum.pdf>
65. <https://www.idquantique.com/>

# Kommunikation

## EINFÜHRUNG

Stellen Sie sich einen Banküberfall mit Geiselnahme vor. Die Türen der Bank sind verbarrikiert, die Überwachungskameras zerstört und alle Geiseln mussten ihre Mobiltelefone abgeben. Dann legen die Bankräuber alle Kommunikationssysteme still. Nun liegt es an den Verbrechern, eine Telefonverbindung mit der Aussenwelt herzustellen – wenn sie dies wollen. Die Polizei verlor die Macht, mit den Bankräubern über die mögliche Freilassung von Geiseln zu verhandeln. Sie hat nur zwei Handlungsmöglichkeiten: Abwarten oder die Situation mit Waffengewalt lösen und dabei Opfer riskieren. Der Verlust der Kommunikationsmöglichkeit macht die Akteure offensichtlich machtlos und dysfunktional.

Die heutige Welt ist in hohem Mass von Kommunikationssystemen abhängig. Insbesondere in städtischen Gebieten verlassen sich die Menschen, Infrastrukturen und das öffentliche Leben stark auf die Kommunikation. Dasselbe gilt für militärische Operationen. Kollabiert das Kommunikationssystem können Soldaten nur aufgrund dessen handeln, was sie gerade sehen und was der Plan vorsah. Dies ist ziemlich gefährlich, da das Bewusstsein der Lage der weiteren Umgebung abhandengekommen ist und nicht bestätigt werden kann, dass der Einsatzplan weiter gilt. Speziell bei urbanen Operationen ist Kommunikation lebenswichtig. Die komplexe Natur von städtischen Einsätzen macht die Aufklärung schwierig. In der dreidimensionalen urbanen Geografie sind technische Vorteile nicht so wichtig wie auf anderen Schlachtfeldern und asymmetrische Akteure können einfach die Stellung wechseln. Hinzu kommt, dass die Kommunikation in städtischen Gebieten hochkomplex ist, da Funksignale durch dichte Strukturen wie massive und hohe Gebäude sowie durch zahlreiche elektronische Geräte gestört werden können.



**Kommunikationsnetzwerke:** Urbane Operationen hängen stark von funktionierenden Kommunikationssystemen ab  
Quelle: IABG

## HERAUSFORDERUNGEN DER ZUKÜNFTIGEN SICHERHEITSUMGEBUNG

### Verwundbarkeit der Kommunikation

Die Kommunikation kann auf verschiedene Weise unterbrochen werden. Erstens können Funksignale durch dichte Strukturen, Störsender oder die schnelle Bewegung der Sender gestört werden. Davon abgesehen besteht die Gefahr der Kappung oder Beschädigung von Unterwasserkabeln durch mutwillige Beschädigung oder Naturgefahren. Das Gleiche gilt für die Zerstörung der Leitung von Signalstellen. Insbesondere symmetrische Akteure – aber auch asymmetrische, wie Kriminelle oder Terroristen, – können Kommunikationskanäle elektronisch unterbrechen und so die Datenübermittlung erheblich einschränken.

Zweitens können Kommunikationsgeräte nicht funktionieren oder zerstört werden. Darüber hinaus können sich Kommunikationsgeräte für neue Kriegsschauplätze als technisch unzureichend erweisen. Eine stabile und sichere taktische Kommunikation in und zwischen den zahlreichen Dimensionen des städtischen Gebiets aufrecht zu erhalten ist eine anspruchsvolle technische Aufgabe. Aufgrund der städtischen Strukturen wird die kabellose Kommunikation durch Störungen von zahlreichen elektronischen Geräten und durch die Leistungsbeschränkung von tragbaren Funkgeräten stark eingeschränkt. Dies ist insbesondere



**Abhängigkeit von Satellite:** Weltraumtruppen können die digitale Kommunikation unterbrechen  
Quelle: IABG

der Fall für Signalfrequenzen von ungefähr 100 MHz, was zu verzögerten Reaktionen und mehrfachem Empfang führen kann – bei der Kommunikation auf Regimentebene und darunter. Davon abgesehen können neue Waffensysteme wie Strahlenwaffen Kommunikationsgeräte und Signalübermittler beschädigen. Ein erfolgreicher Angriff des Geigners kann die Soldaten von ihrer Basis trennen.

Drittens ist es möglich, die Kommunikation abzuhören und zu manipulieren. Im zweiten Weltkrieg hörten britische Y-Dienste (Funkabhördienst) deutsche Signale ab und entzifferten sie mit einer speziellen Dekodierungsanlage, genannt Enigma. Aufgrund dieser entschlüsselten Information verfügten die Alliierten über einen riesigen strategischen Vorteil. Abgesehen vom Abhören der Signale spielt die Manipulation bei militärischen Einsätzen eine grosse Rolle. In unserer stark vernetzten Welt kann insbesondere die wahre Herkunft von Kommunikationssignalen verschleiert werden. Mithilfe der neuen Techniken kann die eingehende Nachricht eines Freundes in Wirklichkeit vom Feind kommen, der Signaltechnik verwendete, um die Herkunft vorzutäuschen.

Auf einem zukünftigen Kriegsschauplatz ist es auch denkbar, dass feindliche Weltraumtruppen oder Strahlenwaffen Kommunikationssatelliten zerstören. Private Auftragnehmer haben bereits massive Auswirkungen auf den Weltraumverkehr und werden ihren Einfluss weiter ausweiten.

## Kommunikation und Technik

Im Zeitalter der Digitalisierung wird die Kommunikation von Mensch zu Maschine immer wichtiger. Abgesehen von der Kommunikation zwischen militärischen Akteuren gewinnt auch die Interaktion zwischen Mensch und Maschine an Bedeutung. Die Mensch-Maschine-Verbindung wird als Schaffung von Sinn zwischen Mensch und Maschine definiert, wobei die Technik ein Kommunikator ist – ein Gegenstand, mit dem die Menschen kommunizieren, – und nicht mehr nur ein Kanal, über den die Menschen miteinander interagieren. In Mensch-Maschine-Systemen nehmen die Menschen die Rolle als Bediener ein und die Maschinen führen die Aufgaben aus. Fähigkeiten, die zuvor Menschen vorbehalten waren (z. B. die Beurteilung von Optionen, die Analyse des Lagebilds), können nun von Maschinen mit KI übernommen werden. Zudem können Menschen mit Einschränkungen Exoskelette benutzen, eine mobile Maschine für die Bewegung von Gliedmassen mit erhöhter Stärke und Ausdauer. Für die Nutzung dieser neuen Verbindung muss sich die Komplexität der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine innerhalb von vertretbaren Grenzen bewegen. So müssen für die erfolgreiche Nutzung der Mensch-Maschine-Kommunikation nutzerfreundliche Schnittstellen, die zusammenspielen, sowie Schnittstellen für die sensorischen, motorischen und kognitiven Fähigkeiten der Menschen entwickelt werden. Beispiele für die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine finden sich in allen möglichen Branchen, wie Elektronik, Unterhaltung, Militär oder Medizin. Mobiltelefone, Laptops oder die einfache Einstellung der Heiztemperatur – heute stützen sich die meisten Handlungen auf die Mensch-zu-Maschine-Kommunikation.

Abgesehen von der Mensch-zu-Maschine-Kommunikation gewinnt auch die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) sowohl im zivilen als auch im militärischen Sektor an Bedeutung. M2M ist die direkte Kommunikation zwischen Geräten über Kommunikationskanäle mit oder ohne Kabel, beispielsweise ein selbstbefüllender Kühlschrank, der wenn notwendig Lebensmittel bestellt, oder Sensoren, die aufgenommen Informationen an eine Anwendungssoftware senden.

Alles in allem bringt die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine sowie zwischen Maschinen viele Vorteile. Soldaten müssen nicht auf dem Schlachtfeld sein, um die Lage zu überwachen: Sie können ebenso gut in einer sicheren Kommandozentrale sitzen und eine Überwachungsdrohne steuern. Speziell in der urbanen Kriegsführung kann die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine die Überwachung erleichtern. Dies senkt die Verwundbarkeit der Armeen und erweitert die Möglichkeiten, ohne dass Opfer riskiert werden. So kann die Kommunikation mit oder zwischen Maschinen die Wirksamkeit, Effizienz und Leistung sowohl im zivilen als auch im militärischen Bereich steigern. Gleichwohl muss bedacht werden, dass neue Kompetenzstandards für die Entscheidungsfindung und die Handhabung von mangelhaften Entscheidungen in Bezug auf die Mensch-zu-Maschine- und die M2M-Kommunikation erarbeitet werden müssen.

## Integrierte Einsatzführung

Im Zeitalter der vielfältigen und veränderlichen Bedrohungslagen des 21. Jahrhunderts ist Agilität für die zweckmässige Reaktion auf jede Situation wichtig. Integrierte Systeme erreichen diesbezüglich ihre Grenzen. Eine Lösung für dieses Problem ist ein netzwerkgestützter Ansatz für die Einsatzführung. Dazu gehört die Entwicklung von verbundenen Netzwerken von Einzelsystemen für die Informationsübertragung. Zukünftig wird Herausforderung darin bestehen, die verschiedenen Kommunikationssysteme in ein einheitliches Ganzes zu integrieren. Kann dies erfolgreich ausgeführt werden, ermöglicht der Ansatz des Systems von Systemen Synergieeffekte und steigert die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Durch die Übertragung der Kommunikationsergebnisse der Systeme auf ein Netzwerk, auf das alle beteiligten Einheiten Zugriff haben, kann ein ganzheitlicher Systemansatz entwickelt werden. Abgesehen von der systemübergreifenden Kommunikation muss die bereichsübergreifende Kommunikation verbessert werden. Sensoren, Kommando und Ausführung müssen Teil eines einzigen Netzwerkes sein. Verschiedene Bereiche müssen in dieses Netzwerk aufgenommen werden und ihre Kommunikation koordinieren. Ist diese bereichsübergreifende Kommunikation erfolgreich, ergibt sich ein gemeinsames Einsatzbild.

Eine vernetzte Einsatzführung stärkt die Kommunikation mit den Verbündeten. Dazu gehört die Harmonisierung der technischen und operativen Aspekte der netzwerkzentrierten Kriegsführung und Einsätze. Die Interoperabilitätsnor-

men und -profile der NATO beispielsweise dienen als Orientierung für die Unterstützung von gemeinsamen Einsätzen. Die Erzeugung von gemeinsamen Situationsübersichten führt zu zahlreichen Vorteilen auf allen operativen Ebenen und minimiert die Gefahr des Beschusses der eigenen Truppen. Für die Nutzung von vernetzten Kommunikationssystemen und die Verbesserung der Kommunikation zwischen verschiedenen Bereichen müssen Sicherheitskonzepte erarbeitet werden. Die Integrität, der Zugriff und die Vertraulichkeit dieser Kommunikationssysteme sind ebenfalls sicherzustellen.

## AUSWIRKUNGEN AUF DAS MILITÄR

### Interaktion Mensch-Maschine

Aufgrund der Weiterentwicklung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine muss sich das Militär neuen Umständen und Herausforderungen stellen. Für die Kommunikation mit den Maschinen müssen Militärangehörige ausgebildet und eingearbeitet werden. Das heisst, es muss hochspezialisiertes Personal rekrutiert werden, und es ist wichtig, dass Personal rekrutiert wird, das die Kommunikationssysteme zwischen Maschinen überwachen kann. Aufgrund von Cyberangriffen und Maschinenmanipulationen müssen Soldaten ausgebildet werden, um eine Veränderung in der Kommunikation mit Maschinen erkennen zu können. Ein unentdeckter Angriff kann die Kommunikation zum Ziel von Manipulationen machen, was zu grossen Schäden und Opfern führen kann. Wird ein Angriff erkannt, sollten die Soldaten Lösungen entwickeln können, um das Kommunikationssystem zu verteidigen und eine sichere Interaktion zwischen Mensch und Maschine sicherzustellen. Die sich schnell entwickelnden technischen Neuerungen verändern die Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Deshalb sollte sich die Armee überlegen, Entwicklungsspezialisten einzustellen, um Kommunikationsoberflächen für eine einfachere Bedienbarkeit zu gestalten.

Abgesehen von der Rekrutierung von qualifiziertem Personal sind auch Regeln, Gesetze und ethische Standards in Betracht zu ziehen. Ein Beispiel ist ein Soldat mit einem Exoskelett, das bei Gefahr automatisch schießen kann. Wer ist für den Tod einer so getöteten Person verantwortlich? Für die Beantwortung dieser massgeblichen Fragen müssen allgemeine Regeln, Vorschriften und ethische Richtlinien ausgearbeitet werden. Kann ein Staat den Tod eines einzelnen Soldaten vertreten, wenn es möglich wäre, alle menschlichen Soldaten mit Maschinen zu ersetzen? Warum verwundbare Soldaten einsetzen, wenn eine Maschine die gleiche Arbeit erledigen kann? Und welche Aufgaben und Entscheidungen können nur von Menschen ausgeführt werden? Diese Gesetzgebung muss nicht nur für den Erhalt von Verhaltensregeln ausgearbeitet werden, sondern vor allem für die Rechtfertigung der weiteren Entwicklungen gegenüber der Gesellschaft sowie gegenüber der Armeemitglieder.

### Kommunikationsgeräte

Weil sich einige Kriege asymmetrisch entwickeln werden, werden die Kriegsschauplätze der Zukunft hochkomplex sein. Die Kommunikation war und wird deshalb für jede Operation von grosser Wichtigkeit sein. Speziell in Kriegsgeländen wie Wüsten, Städten oder im Weltraum ist die Kommunikation der Schlüssel für die Sicherstellung der Lageerfassung. Sichtbehinderungen und Übermittlungs- und Empfangsprobleme durch Signalschwund und Streckendämpfung stellen Herausforderungen dar, die gelöst werden müssen. Das Material der Sender, Satellitentelefone und Funkgeräte muss an die neuen Kriegsschauplätze angepasst werden (z. B. hohe Temperaturen, Unterbrüche oder Störungen). Modems, insbesondere tragbare Funkgeräte, müssen eine hervorragende Leistung, lange Lebensdauer und vollständige Interoperabilität sicherstellen können.

Das Angebot-Nachfrage-Konzept muss die Grundlage für die Entscheidungsfindung für die Verwendung von Kommunikationsgeräten sein. Je mehr Information auf verschiedenen Kommunikationskanälen verlangt wird, umso mehr Information muss über diese Kanäle geliefert werden. Zusätzlich sind die Kommunikationskanäle stabil offen zu halten und zu sichern. Demzufolge muss beurteilt werden, wie die Informationsnachfrage und die Verwendung der Kommunikationskanäle minimiert werden können.

Eine modulare Struktur der Kommunikationssysteme kann zudem helfen, den vollständigen Systemausfall zu verhindern. Die Systemnetzwerke müssen für ihre Alarmbereitschaft allein und in einer Netzwerkverbindung funktionieren. Bei Kommunikationsproblemen sollten verschiedene physische Datenübermittlungsprozesse verwendet werden, um bei einem Angriff auf ein Übertragungssystem die Kommunikationslinien zu erhalten. Zukünftige Techniken sollten kritisch beurteilt und beschafft werden, wenn sie andere Kommunikationsarten entwickeln können. Wissenschaftler der Universität Washington beispielsweise sagen, dass sie eine Kommunikation über ein BrainNet-System, ein Hirn-zu-Hirn-Netzwerk, entwickelt haben. Wissenschaftler verwenden heute miteinander verbundene Kopfbedeckungen, um von Gehirn zu Gehirn zu kommunizieren. Hypothetisch betrachtet könnten die BrainNet-Systeme mit der Zeit ohne verbundene Kopfbedeckung eingesetzt werden, so dass die Soldaten der Zukunft kommunizieren, indem Sie an etwas denken und die anderen Soldaten oder der Kommandant diese Signale empfangen können. Dies könnte besonders in neuem, hochkomplexem Kriegsgelände nützlich sein, in dem die konventionellen Kommunikationsgeräte an ihre Grenzen stossen.

## SCHLUSSFOLGERUNG

Ohne Kommunikation würde das Leben, wie wir es kennen, aufhören zu existieren. Letztendlich ist es in einer Welt, die ohne Kommunikation nicht funktioniert, von besonderer Bedeutung, die Kommunikationssysteme zu sichern. Deshalb müssen der Staat und das Militär ihre Kommunikationskonzepte, ihre eigenen Fähigkeiten und ihre Beschaffungs-

litik überdenken. Um zukünftigen Bedrohungen zu begegnen, muss die Verwundbarkeit der Kommunikationsgeräte kritisch neu geprüft werden. Daneben sind bei der Personalplanung sowie in Bezug auf ethische Fragen Entwicklungen wie Mensch-Maschine-Eingriffe in Betracht zu ziehen. Überdies ist die bereichs-übergreifende Kommunikation zu verstärken, modular zu strukturieren und mit unterschiedlichen Techniken für die Kommunikationsübermittlung zu nutzen. In der Zukunft werden neue Kommunikationstechniken entwickelt – ihre Auswirkung auf das Militär sollte heute beurteilt werden.

### SWOT-ANALYSE für schweizer militärplaner

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• operative Agilität</li> <li>• mehrere Lagebewusstseinsbilder</li> <li>• mehr Aufklärung für weniger Ressourcen</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Kosten für neues Material</li> <li>• hohe Kosten für die Ausbildung von neuem Personal</li> <li>• Ausarbeitung von Regeln und ethischen Standards</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weniger Opfer</li> <li>• vereinfachte Kommunikation zwischen Verbündeten</li> </ul>	<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe zerstörerische Auswirkungen</li> <li>• Ziel von Manipulationen</li> </ul>

# URBANITÄT

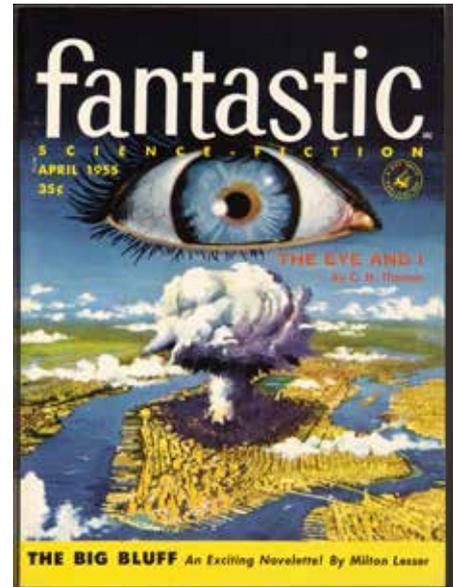
## Wirksamkeit im Einsatz

Künstliche Intelligenz, Drohnen, Deepfakes, Hacker, 3D-Druck, Internet der Dinge, soziale Medien usw. – die Liste ist noch lange nicht vollständig. Aber alle diese von der Industrie entwickelten und gemeisterten Technologien werden in der zukünftigen Technologielandschaft der Armee eine wichtige Rolle spielen. Dual-Use-Technologie ist nicht mehr nur eine Chance, sondern eine Strategie. Gleichzeitig stellen Hyperschall- und Weltraumwaffen disruptive und neue abschreckende militärische Fähigkeiten dar. Innovation und Kreativität werden die Militärlandschaft mehr denn je beeinflussen. Wie werden die Chancen, die sie in der Zivilgesellschaft darstellen, für die Gefahr kompensieren, die sie in der Verteidigung und Sicherheit bilden?

## Die Kriegerwelten der Science-Fiction

### Waffen und Männer

Wie man in den vorangehenden Texten feststellen konnte, ist die Science-Fiction eine Erzähltechnik, die die von der technowissenschaftlichen Welt begründeten Motive nutzt, um sie in Bilder – in Metaphern – zu verwandeln, mit denen die von der Natur des Menschen erlittenen Veränderungen in einer von wissenschaftlichen und technologischen Utopien informierten Welt nachvollzogen werden können. Der Roboter bringt unsere Neigung zur Sprache, zu instrumentalisieren und instrumentalisiert zu werden (vgl. Film *Ex Machina* von Alex Garland, erschienen 2015); der Cyborg unsere Abhängigkeit von der Technologie (dies äussert sich im ausgezeichneten Roman *Neuromancer* von William Gibson, veröffentlicht 1984); die künstliche Intelligenz ihrerseits drückt unser Verlangen aus, unseren Körper zu verlassen, um uns frei in den virtuellen Netzwerken zu bewegen (ist dies nicht die Botschaft des Films *Her* von Spike Jonze aus dem Jahr 2013?). In diesem Sinn kann die Science-Fiction tatsächlich mit einem «Resonanzkörper» verglichen werden, der über den Umweg der Erzählung zeigt, wie sehr unsere technowissenschaftlichen Utopien – weit entfernt davon, einzig Abbildungen einer Fantasiezukunft zu sein – unser Dasein in der Welt tiefgreifend verändern: das Lesen von Science-Fiction-Romanen oder das Schauen von futuristischen Filmen ermöglicht folglich die Entschlüsselung – unter der Bedingung, dass nicht wortwörtlich interpretiert wird – dessen, was wir in einer technokapitalistischen Welt geworden sind, oder auf dem Weg sind zu werden.



Ich möchte diese Reihe mit der kurzen Betrachtung eines der Motive abschliessen, das die Geschichte des Genre Science-Fiction durchzieht. Es erschien Ende des 19. Jahrhunderts aus der Feder des englischen Schriftstellers Herbert George Wells und ist leicht zu verstehen, wenn man sich in Erinnerung ruft, dass die Technikgesellschaft, abgesehen vom Umbruch, den sie den Westen erleiden liess (Industrialisierung, Hygienismus usw.), auch zu einer noch nie dagewesenen Entwicklung von technologischen Waffen mit verheerenden Auswirkungen führte. Die Science-Fiction bindet diese Waffen aber nicht in ihre Erzählungen ein, um sie naiv zu verherrlichen oder kritisieren, sondern vielmehr um symbolisch die unterschwelligen Werte unserer Gesellschaft und die Wirkung, die diese Werte auf den Menschen haben, auszudrücken. Wenn die Marsmenschen aus *Der Krieg der Welten* (H.G. Wells, 1898) beispielsweise die Erde an Bord von dreibeinigen, mit Lichtstrahlen ausgestatteten Raumschiffen überfallen, die alles vernichten, was sich ihnen in den Weg stellt, ist dies vor allem ein literarischer Kunstgriff, um einen Paradox zu skizzieren: die Marsmenschen verfügen über eine mächtige Technologie, sind aber auch sehr anfällig, da sie ihren sterbenden Planeten verlassen mussten, um das Sonnensystem (zuerst die Erde, dann im Schlusswort des Romans die Venus) zu kolonisieren. Dieser Paradox ermöglicht Wells – auf eine interessantere Weise als die dreibeinigen Raumschiffe und die Todesstrahlen – die Hinterfragung der viktorianischen Gesellschaft zu konstruieren, die so stolz auf ihre technische Stärke, aber gleichzeitig auch anfällig ist, da sie ihre Ressourcen auf anderen Kontinenten schöpfen muss. Mit anderen Worten ist die Bewaffnung der Marsmenschen in erster Linie als fiktionale Übertreibung zu betrachten, die darauf abzielt, die Schwäche hervorzuheben, die allen kolonisierenden Völkern anhaftet: sie verfügen zwar über eine ungläubliche Feuerkraft, aber sie müssen sich beim ändern «ernähren», um zu verhindern, dass sie zugrunde gehen. Dieses Beispiel, das ich leider nicht weiter ausführen kann, ist bedeutsam genug um uns zu helfen zu verstehen, wie die Science-Fiction sich im Allgemeinen auf die Waffen und militärischen Artefakten bezieht: sie beruft sie nur ein, um sie mit anderen Bestandteilen in Verbindung zu setzen, wobei sie gleichzeitig zu einer Überlegung führt, die das Thema der Aufrüstung in einer breiteren Fragestellung umfasst. Die Beispiele könnten vervielfacht und das eben angeführte unter einem immer etwas anderen Blickwinkel wieder aufgegriffen werden; wichtig ist jedoch meiner Ansicht nach die Notwendigkeit, die Texte nicht als futurologische Vorwegnahme zu lesen, sondern in ihnen eine spezielle «Lesung» unserer Identität und eine einzigartige «Interpretation» der Grundlagen zu entdecken, auf denen die Gesellschaft, in der wir leben, aufgebaut wurde.

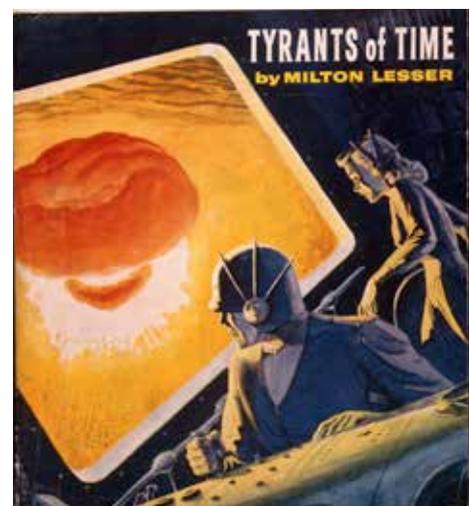
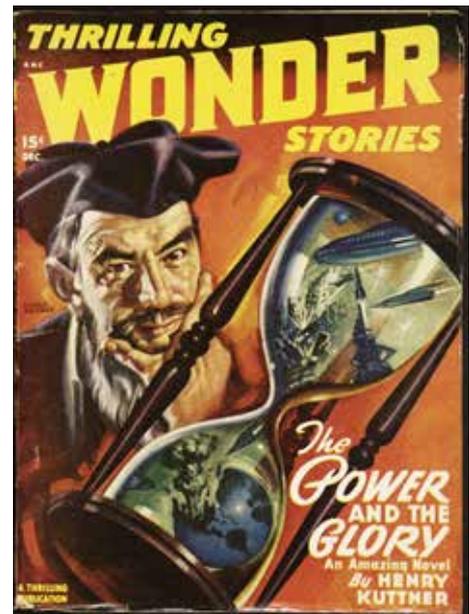
Deshalb auch – mit einem anderen Beispiel, das näher und sicher aussagekräftiger ist – müht sich die Science-Fiction seit Ende der 1940er-Jahre ab, die atomare Bedrohung in ihren Romanen darzustellen: die Bomben sind grösser, die Zerstörung entsprechend extremer. Es ist offensichtlich, dass diese Übertreibung nur ein Trick ist, um andere Bestandteile aufzuzeigen, um den Schwerpunkt auf andere Werte zu legen: das Wettrüsten – verantwortlich für die Zunahme der Waffen und ihre Verbesserung – erlaubt insbesondere, über den verhängnisvollen Imperialismus eines Westens nachzusinnen, der sich nur mit der Elle der Leistung beurteilt, auf die Gefahr hin, aufgrund seiner Unfähigkeit, eine andere Art der Gesellschaftsbildung zu sehen, die gleichen Fehler immerwährend zu wiederho-

len (vgl. Lobgesang auf Leibowitz von Walter M. Miller, veröffentlicht 1961); oder über die Verblendung einer Menschheit, die sich nur mit Superlativen beglückwünscht und die darüber ihre Seele verloren hat (ich denke dabei an den Roman Dunkles Universum von Daniel F. Galouye, erschienen 1961). Die mechanischen Spürhunde aus Fahrenheit 451 (Ray Bradbury, 1953) ihrerseits symbolisieren die Überwachung, die die modernen Mächte unvermeidlich zu begleiten scheint. Die zeitgenössischen Erzählungen stehen dem in nichts nach, auch wenn die Atombombe anderen Waffen gewichen ist und im weiteren Sinn anderer Kritik: die Kindersoldaten in Das grosse Spiel (Orson Scott Card, 1985) beispielsweise spielen mit neuen – in diesem Fall Informatik- – Waffen, aber der Leser versteht, dass die Kinder nur zu Soldaten, d.h. zu gehorsamen Wesen, wurden, weil das Videospiele und die Computersimulationen in Wirklichkeit «Werkzeuge» sind, die die Wirklichkeit strukturieren und verändern, insbesondere wenn sie blind bedient werden.

Beim Lesen dieser Zeilen könnte der Eindruck entstehen, dass die Science-Fiction technologiefeindlich ist; das Gegenteil ist der Fall (es wäre seltsam, einen Roman zu schreiben, der die Wissenschaft und die Technologie behandelt, um eine Technofeindlichkeit auszudrücken). Sie ist vielmehr kritisch und vor allem lädt sie uns ein, das Ungedachte zu denken oder, um genauer zu sein, das zu denken, das normalerweise nicht gedacht wird, das heisst die Korrelationen, die zwischen Motiven wie der Rüstung und anderen Bestandteilen geknüpft werden können, sich gegenseitig beleuchtend. Die Menschheit sammelt seit jeher Waffen – um sich zu verteidigen, um zu erobern –, aber diese Waffen sind nur das Spiegelbild von zivilisatorischen Werten, die Indizien unserer Utopien. Und deshalb ist die Science-Fiction wie jede künstlerische Äusserung verpflichtet, sich nicht von der vorgeblichen Transparenz der Realität täuschen zu lassen: die Waffen sind nicht in erster Linie die Zeichen unserer kampflustigen Anwendungen, sondern Zeichen der Werte, auf denen wir unsere Identität aufbauen. Dass die Autorinnen und Autoren – gerechtfertigt? – denken, dass die Menschheit mehr Chancen hat, mit anderen als kriegerischen Mitteln ihre eigene Identität zu finden, ist sicherlich der Grund dafür, dass sie gegenüber der noch nie dagewesenen Entwicklung in der Rüstungsindustrie so kritisch und sogar ironisch eingestellt sind (vgl. Film Mars Attacks! von Tim Burton, erschienen 1996). Es wird viel gekämpft in der Science-Fiction, aber man kämpft vor allem gegen den todbringenden Trend, der uns entfremdet und uns in einer selbstzerstörerischen oder paradoxen Logik einsperrt.

## SCHLUSSFOLGERUNG

Am Ende dieser Reihe zu verschiedenen Motiven angelangt, scheint es mir wichtig zu betonen, was ich vortragen wollte: die Science-Fiction führt einen unablässigen Dialog mit unserer Welt und versucht uns über diesen Dialog andere Perspektiven auf diese gleiche Welt zu bieten. Wir sind nämlich, und das ist nur normal, unfähig, an alles zu denken, alles zu erwägen; unser Leben ist genügend kräftezehrend. In einer Demokratie ist es jedoch wichtig, dass wir uns über dem, was uns umgibt, und über den Entscheidungen, die unsere Stimme erwarten, einordnen. Denn sonst sind beispielsweise unsere Stimmen substanzlos und nur Zeugen von Parteien, denen wir scheinheilig folgen. Die Science-Fiction ist wie alle Fiktionsformen eine Chance, denn sie regt uns dazu an, innezuhalten, sich mit unserer Identität zu beschäftigen, mit den Kräften, die uns zusetzen. Uns zweimal zu überlegen: wer sind wir in dieser technokapitalistischen Welt? Sind wir so frei, wie wir denken? Wie formt, verändert, entfremdet uns die Technologie (oder die Wissenschaft)? Diese scheinbar komplexen Fragen müssen gestellt werden, wenn man Herr oder Frau über die eigenen Entscheide und über unsere Menschheit bleiben will; war dies nicht Teil unserer Entscheidung, als wir die Dunkelheit des Feudalismus verlassen haben, um in das Licht der Demokratie einzutreten? Hoffen wir – und die Science-Fiction hofft seit über hundert Jahren – dass diese Lichter die reichen Nuancen von möglichen Transformatoren einer unvollkommenen Gesellschaft den reduzierenden Splittern einer utopischen Zukunft vorziehen werden.



# Utopias Schatten: die Gefahren und Verwundbarkeiten der Technik von morgen

Paul Virilio gelangte zu einer desolaten aber entscheidenden Erkenntnis über die unbeabsichtigten Folgen der Technologie: «Wenn du das Schiff erfindest, erfindest du gleichzeitig das Schiffswrack; wenn du das Flugzeug erfindest, erfindest du den Flugzeugabsturz; und wenn du die Elektrizität erfindest, erfindest du die Tötung durch Stromschlag. Jede Technik bringt ihre eigene negative Beschaffenheit mit sich, die gleichzeitig mit dem technischen Fortschritt erfunden wird.»

Die Forschungslabore der Universitäten und Unternehmen forschen nicht nach Katastrophen – obwohl sie sie manchmal trotzdem finden. Diese Risiken kommen mit den gutartigen Anwendungen – als Forscher 1989 das World Wide Web erfanden, um ihre Physikforschung zu teilen, konnten sie nicht ahnen, welche Rolle es 2019 in der Verbreitung von Desinformationen spielen würde. Der ideale Zweck neuer Technologien wirft einen Schatten, der neue Gefahren und Verwundbarkeiten hervorbringt.

Zu diesen Gefahren gehört die Schaffung von neuen Waffen; aber die physische Kriegführung ist bei weitem nicht die einzige Sicherheitsbedrohung von Technologien wie KI, Drohnen und selbstfahrenden Fahrzeugen. Die Cyberkriegführung erhebt sich drohend über einer Zukunft, in der ganze Städte von einem anonymen Computer angegriffen werden können, der sich tausende Kilometer entfernt befindet und dessen Lage und Beweggründe unbekannt sind. Ob von Terroristen oder Cyberkriminellen, die Bedrohungen von morgen erfordern ein Bewusstsein der Verwundbarkeiten – und die Investition in Lösungen. Technologien entwickeln sich nicht in einem Vakuum: Jede Bedrohung könnte neue, innovative Ansätze für ihre Eindämmung auslösen.

Wir beginnen hier mit der Rolle, die die künstliche Intelligenz bei autonomen Waffen spielt, erkunden aber auch mögliche Rollen des maschinellen Lernens bei der Prävention von bewaffneten Konflikten. Wir werden die möglichen zukünftigen Risiken der sozialen Medien betrachten und wie Unternehmen und Forschung daran arbeiten, sie zu minimieren. Schlussendlich stellen wir uns der Frage, wie Technologien wie Edge Computing, 5G und IoT von den intelligenten Netzen bis zu den intelligenten Städten neue sicherheitspolitische Herausforderungen schaffen.

## Künstliche Intelligenz: von der Datenbank aufs Schlachtfeld?

Dystopische KI-Szenarien gibt es im Überfluss: von der fühlenden KI, die menschliche Waffensysteme übernimmt, bis zur Kontroverse um die Verwendung von unbemannten – und möglicherweise computergesteuerten – Drohnen. [Im Krieg könnte die künstliche Intelligenz<sup>1</sup>](#) mit der Automatisierung von intelligenten, selbstständig miteinander arbeitenden Waffen die menschliche Opferzahl für jene minimieren, die sie einsetzen. Aber die breite Innovation der traditionellen Waffen führt zu [noch nie dagewesenen strategischen Herausforderungen<sup>2</sup>](#).

Zu den bekannten Projekten für autonome Waffensysteme gehören ein [Drohnenprojekt des Vereinigten Königreichs<sup>3</sup>](#); Russlands [autonome Panzer mit Scoutdrohnen<sup>4</sup>](#); die [unbemannten Schlachtschiffe<sup>5</sup>](#) der US Navy; Chinas Blowfish A3, eine mit Maschinengewehr *Der Blowfish A3, eine neue Helikopterdrohne mit einem leichten Maschinengewehr.* ausgestattete [«schwärmende» Drohne<sup>6</sup>](#) – alles Länder, die an [globalen Richtlinien<sup>7</sup>](#) für die Einschränkung der Kapazitäten der autonomen Waffen arbeiten. Chinas KI-Programme forcierten in der Verteidigung eine [integrierte Entwicklungsstrategie<sup>8</sup>](#) und es erarbeitete Kooperationsvereinbarungen mit Forschungslaboren und Industriepartnern. In den USA schufen Mitarbeitende Einschränkungen für die Entwicklungsfähigkeit solcher öffentlich-militärischen Partnerschaften – wie 2018, als [Google eine Partnerschaft<sup>9</sup>](#) für die Gestaltung von Videoidentifikationssoftware für die Verwendung in Drohnenangriffen mit dem Verteidigungsministerium beendete. Aber von den Technologieriesen muss gar nicht verlangt werden, neue Technologien in Waffen zu verwandeln: Ein [35-USD-Gerät<sup>10</sup>](#) auf einer 25-USD-Drohne kann mit einer KI die besten Piloten der US-Luftwaffe überlisten. Inzwischen zeigte die Entwicklung des maschinellen Lernens, dass diese Technik [neue Lösungen für Probleme<sup>11</sup>](#) finden kann, die der Fantasie jener, die Anweisungen geben, entgehen könnten. Auf dem Schlachtfeld gefährden Neuheiten und Überraschungen das Leben von Soldaten und Zivilisten. Sie untergraben zu-



Foto: Ziyun UAV

dem die Strategie der militärischen Führung, die davon ausgeht, dass die Maschinen ihre Befehle befolgen und sie nicht ohne Rücksicht auf die übergreifende Strategie – oder Menschenrechte – [kreativ umgehen](#)<sup>12</sup>.

Die Entsendung von KI auf das Schlachtfeld könnte durch Einwände von den Ingenieuren und Mitarbeitenden, die sie entwickeln, eingeschränkt werden. Dies könnte wiederum dazu führen, dass stattdessen in die weniger kontroverse Nutzung des maschinellen Lernens investiert wird, wie die Geheimdienstanalyse. In diesem Fall wäre die wertvollste absehbare Nutzung der künstlichen Intelligenz nicht im Konfliktgebiet, sondern auf den Desktopcomputern von Strategen und Diplomaten. Das Projekt [KAIROS](#)<sup>13</sup> der Organisation für Forschungsprojekte DARPA des US-Verteidigungsministeriums beispielsweise zielt darauf ab, auf geopolitischer Ebene Eventschemata zu schaffen. Es betrachtet die KI als Mittel für die vertiefte Analyse von immer komplexeren Vorfällen sowie für die Vorhersage von möglichen Szenarien und den Test von wirksamen Antwortstrategien. Ableger dieses Projekts könnten militärischen Strategen helfen, reale Daten zu erfassen und die möglichen Strategien eines Gegners in Echtzeit neu zu berechnen. Eine solche Maschine könnte in der Diplomatie aber auch als eine Art Vorhersageinstrument verwendet werden. Denn sie kann nicht nur helfen, zu verstehen, wie ein Einsatz in einem bewaffneten Konflikt ausgeführt wird, sondern auch, wie er verhindert werden kann.

In einer [Abhandlung von 2017](#)<sup>14</sup> behaupteten chinesische Forschende, dass ein Maschinenlernalgorithmus, der gelernt hat, die Vorfälle in der globalen Terrorismusdatenbank zu analysieren, Angriffe mit einer Präzision von 78 % vorhersagen konnte. Im gleichen Jahr konnten amerikanische Forschende die Trainingsdaten mit Mustern der [Aktivität in den sozialen Medien](#)<sup>15</sup> erweitern, was die Vorhersagewahrscheinlichkeit auf 90 % erhöhte. Dies baut auf Jahrzehnte der [Sprachforschung](#)<sup>16</sup> auf, die aufzeigt, dass terroristische Aktivität von Gruppen in sozialen Medien tendenziell weniger komplex wird, je näher der Angriff rückt. Andere Forschende sind skeptischer und weisen darauf hin, dass die KI-Ergebnisse für jeden erfolgreich vorhergesagten Angriff [100 000 False Positives](#)<sup>17</sup> aufweisen. Dies löst Bedenken in Bezug auf die bürgerliche Freiheit aus und ermöglicht keine uneingeschränkte Verwendung der maschinellen Ergebnisse.

Nichtsdestotrotz entwickeln Forschende im Bereich maschinelles Lernen und Sozialwissenschaft [Datenerhebungsverfahren](#)<sup>18</sup>, um die Vorhersage von Konflikten weiter zu verfeinern. Zu den Taktiken gehört die Medienanalyse von Zeitungsberichten, wobei aber der begrenzte Rahmen für das Verständnis des Ausbruchs eines Konflikts ein bekanntes Problem ist. Die sozialen und politischen Realitäten können verdeckt sein und die wichtigsten Daten für die Konfliktvorhersage verschleiern. Forschung zum maschinellen Lernen am Virginia Military Institute, die auf riesige Konfliktdatenbanken angewendet wurde, konnte bestimmte Zusammenhänge der realen Daten identifizieren, mit denen Gewalt entfachende Bedingungen eingegrenzt werden können. Auch wenn sich diese Zusammenhänge bei der Vorhersage als nicht hilfreich erweisen könnten, führten sie zu [58 möglichen Faktoren](#)<sup>19</sup>, mit denen beweiskräftige Daten zukünftige Vorhersagemodelle verfeinern könnten. Zu diesen Faktoren gehören Variablen wie vergangene Konfliktentwicklungen, BIP und durchschnittliche Bildung. Auch am [Alan Turing Institute](#)<sup>20</sup> wird an einem Projekt für Konfliktvorhersagemodelle gearbeitet.



Forschende am MIT/CSAIL druckten eine Spielzeugschildkröte (Bild), die von KI-Visualisierungssystemen durchgängig als Gewehr erkannt wurde. Solche Versuche könnten eines Tages benutzt werden, um Algorithmen zu täuschen, die für die Prognose von bewaffneten Konflikten entwickelt wurden

Könnte die Vorhersage von Konflikten dazu führen, dass eine KI einen «Präventivschlag» verhängt? Während solche politischen Diskussionen noch geführt werden müssen, setzte der Forscher Herman Kahn im Glauben, dass eine gesicherte gegenseitige Zerstörung einen nuklearen Angriff verhindern würde, zu Beginn des kalten Krieges die Idee einer automatisierten [Weltvernichtungsmaschine](#)<sup>21</sup> in Umlauf. Der Einsatz von autonomen KI-Systemen für die Beurteilung von Weltuntergangssituationen und die angemessene Reaktion darauf – ohne menschliche Intervention – wurde kürzlich von Forschenden der technischen Universität von Louisiana und der Militärakademie in Virginia [vorgeschlagen](#)<sup>22</sup>. Allerdings reagierten Denkfabriken wie RAND mit der besorgniserregenden Prognose, dass solche Schritte [zur Eskalation des Risikos eines Atomkrieges](#)<sup>23</sup> führen könnten.

Ein mutiger, [2018 veröffentlichter](#)<sup>24</sup> Forschungsbericht behandelt die Verwundbarkeiten der KI und ihre böswillige Nutzung, doch die Fortschritte im maschinellen Lernen sind rasant. Die grösste Bedrohung für künstliche Intelligenzsysteme ist das Risiko der Manipulation, denn Maschinenlernalgorithmen, die das Herz der KI-Systeme sind, erfordern Trainingsdaten. Die Vorhersagen der Maschinen können mit realen Daten überprüft werden, um zu bestätigen, dass das Modell richtig funktioniert. Die Dateneingabe füttert auch Verwundbarkeiten mit ein: Eine Maschine kann von schlechten Daten lernen, was zu schlechten Entscheidungen führt. Zusätzlich können die Trainingsdaten so komplex sein, dass sie nicht vollständig von Menschen kontrolliert werden können.

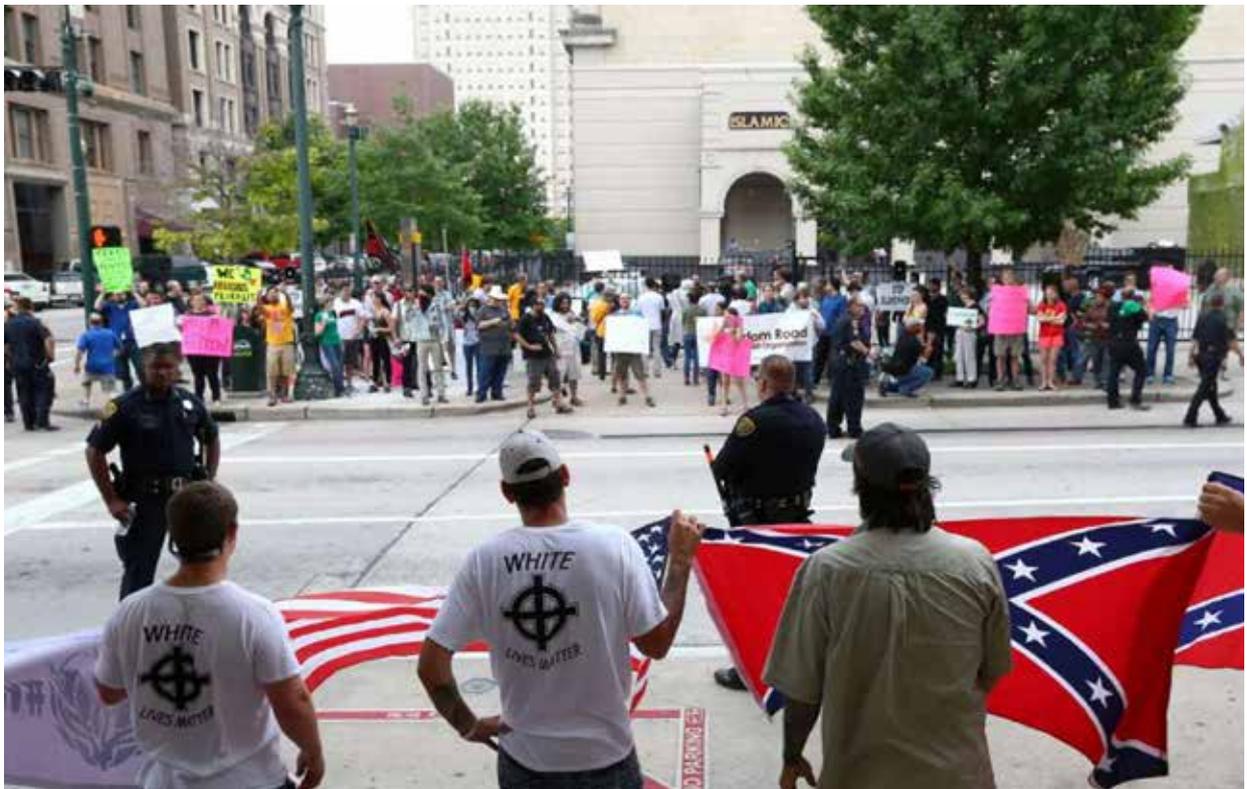
Aber wenn eine andere KI das Modell für die Vorhersage des Musters kennt, kann sie verwertbare Lücken finden: Dies wird «kontradiktorisches maschinelles Lernen» genannt. 2017 änderten [japanische Forschende](#)<sup>25</sup> einen einzigen Pixel eines Bilds und veränderten so radikal, was die KI in 74 % der Fälle «sah»: Das Bild eines Tarnkappenbombers beispielsweise wurde als Hund ausgewertet. MIT-Forschende [druckten eine Spielzeugschildkröte in 3D](#)<sup>26</sup>, die von Googles neuronalen Netz für Bilderkennung durchwegs als Gewehr interpretiert wurde. Die Forschenden weisen darauf hin, dass solche Techniken umgekehrt verwendet werden könnten, das heisst, um Waffen zu schaffen, die nicht als Waffen erkennbar sind.

Das Reverse Engineering von Daten könnte ebenfalls manipuliert werden, um bestimmte Ergebnisse zu schaffen oder einer KI für eine spezifische Interpretation einen «Streich zu spielen» – eine Art Datentarnung durch falsche Berichte, konsistente Lecks von falschen oder beschädigten Daten und, was noch einfacher ist, durch die physische Tarnung von Aktivitäten, um die Datenüberwachung zu verwirren oder hereinzulegen. Die Verwendung eines Botnetzwerkes für die Nachahmung von starkem Kommunikationsverkehr an einen strategisch bedeutungslosen Ort könnte beispielsweise eine KI so «dressieren», dass sie diesen Ort in die Analyse miteinschliesst.

### Social Media: From Screens to the Streets

Ein dystopisches Szenario: An einer Demonstration gegen den Klimawandel explodieren selbstgebastelte Bomben. Bei den gleichzeitigen Zündungen werden hunderte Personen verletzt. Die Ermittler decken auf, dass die «Organisatoren» der Demo in Wirklichkeit eine Reihe falscher Konten waren, deren Inhalt von einer KI generiert wurde, die von einem einzigen Nutzer kontrolliert wurde. Ein terroristischer Klimawandelleugner hatte Facebookveranstaltungen geplant, um leidenschaftliche Klimawandelaktivisten an einem einzigen Ort zu versammeln – dem Ort der «falschen Demo», die der Terrorist online organisiert hatte, wodurch er seine Opfer erfolgreich zur Bombe brachte.

Obwohl dieses Szenario eine grauenvolle Fiktion ist – wären solche Angriffe möglich? Die Nutzung der sozialen Netzwerke für die Streuung von Fehlinformationen eskalierte von der Verbreitung von Falschinformationen im Netz zur Mobilisierung von Aktivisten in der Realität. 2018 sperrte Facebook aufgrund von «unglaublichen Nutzern» 32 Seiten. Diese Konten standen in Verbindung mit einer Reihe von Veranstaltungen mit [tausenden realen Aktivisten](#)<sup>27</sup>, die eine Teilnahme planten. Diese Veranstaltungen waren als Demonstration gegen weisse Suprematisten geplant und die Teilnehmenden waren lokale Aktivisten, aber die Veranstaltungen wurden von ausländischen Akteuren erstellt und verbreitet. 2017 [verkündete Facebook](#)<sup>28</sup>, dass eine Demonstration eines islamischen Zentrums in Texas im Jahr 2016 von einem Konto organisiert wurde, das mit Russlands Propaganda in Verbindung stand – wie auch die Gegendemonstration. Die Motivation schien das Zusammenbringen von feindseligen Fraktionen, das Sähen von Zwietracht und möglicherweise Gewalt zu sein. Eine Facebookveranstaltung, die zu einer Konfrontation von Hunderten von Demonstrierenden in Texas führte, kostete nur USD 200. Ein Jahr später endete eine ähnliche Demonstration in Charlottesville, North Carolina, mit dem [Tod eines Aktivisten](#)<sup>29</sup>.



Ein Bild von der Demonstration eines islamischen Zentrums in Texas im Jahr 2016, bei der russische Agenten mithilfe einer Facebookveranstaltung die Demonstration und Gegendemonstration organisierten. Foto Jon Shapley, Houston Chronicle

Desinformationskampagnen in den sozialen Medien bleiben ein verzwicktes Problem. Das US-Verteidigungsministerium forderte eine Software, mit der Online-Fehlinformation reguliert werden kann, und [DARPA leitet ein Projekt<sup>30</sup>](#), mit dem Falschmeldungen, die in über 500 000 Stories, Fotos, Videos und Audiodateien versteckt sind, ans Licht gebracht werden können. Dagegen melden Aktivistengruppen [Bedenken<sup>31</sup>](#) in Bezug auf die Redefreiheit und die politische Versammlungsfreiheit an. Doch die Erkennung von koordinierten Botaktivitäten ist einfacher geworden. Dutzende Sicherheitsunternehmen bieten Algorithmen an, die koordiniertes Verhalten verfolgen können.

### Deepfakes: vom Schreckgespenst zum Sündenbock?

Es tönt eher wie eine Science-Fiction-Geschichte als wie eine Schlagzeile, aber die jüngsten Vorfälle zeigen die Gefahr der Hysterie um eine neue Technologie auf.

Ali Bongo, der Präsident von Gabun, befand sich in medizinischer Behandlung im Ausland, als die öffentliche Spekulation über seinen Gesundheitszustand ihren Höhepunkt erreichte. Nachdem die gabunische Regierung die Neujahrsansprache von Bongo veröffentlichte – ein Video, in dem der Präsident steif und ungelenkt sprach – wurden Spekulationen angeheizt, dass es sich dabei um einen Deepfake handelte und Bongos Gesicht mit künstlicher Intelligenz über dem eines Schauspielers eingeblendet wurde. Politische Gegner griffen die Theorie auf, dass das Video von Bongos Partei gefälscht wurde, um zu kaschieren, dass er schwer krank – oder tot – ist, um ausserordentliche Wahlen zu verhindern, die zu einer Verschiebung der Parteikontrolle führen könnten. Die Eigenartigkeit des Videos wurde [vom Militär in Gabun<sup>32</sup>](#) als treibende Kraft für den ersten Coup des Landes seit über 50 Jahren angeführt. Bongo erschien mehrere Monate später – lebendig, aber krank, – in einer Livefernsehsendung und sagte, dass der Schaden eines Deepfakes nicht nur darin besteht, was in einem Video zu sehen ist, sondern auch in der Ermächtigung der Zuschauenden, die Wahrheit als Fiktion von der Hand zu weisen.

Es schadet dem demokratischen Diskurs, wenn Beweise fälschlicherweise als «Fake News» abgestempelt werden können. Allerdings gibt es nur [spärliche<sup>33</sup>](#) Hinweise darauf, dass Desinformationskampagnen tatsächlich Deepfakevideos produzieren und verbreiten. Unternehmen wie [Facebook<sup>34</sup>](#) haben bereits Software eingeführt, die Deepfakes erkennt. Deepfakevideos hinterlassen einfach zu erkennende digitale Fingerabdrücke, die von Start-ups wie dem von Google unterstützten [Deeprace Labs<sup>35</sup>](#) verwendet werden, um Filmfehler, Störungen und andere Details, die auf den Einsatz von KI hinweisen, zu erkennen. In der Zwischenzeit haben Teams von Berkeley und der Universität von Südkalifornien eine [digitale forensische Technik<sup>36</sup>](#) entwickelt, die beobachtet, [wie sich Figuren in einem Video bewegen<sup>37</sup>](#), da diese erkennbare Muster befolgen, wenn sie von KI generiert werden.

Obwohl die Gestaltung und Erkennung solcher Bilder und Videos wie jedes andere Katz-und-Maus-Spiel funktioniert, besteht die grösste Gefahr von Deepfakevideos im Moment darin, dass sie einen Sündenbock für das Ableugnen von belastenden visuellen Hinweisen bieten, die auf Fehlverhalten verweisen – was bereits ein mächtiges Werkzeug darstellt.

### Von intelligenten Kühlschränken zu intelligenten Bomben?

Intelligente Netze, die Ressourcen datengestützt dort zuweisen können, wo sie gebraucht werden, könnten zu effizienten, sauberen Energienetzen führen und gleichzeitig Entscheide für intelligente Städte antreiben. Aber intelligente Netze und Städte brauchen Daten: von allgemeinen wie die Spitzenzeiten bis zu spezifischen Daten wie die Information, welches mobile Gerät an einer Steckdose geladen wird. Ausgeklügelte maschinelle Lernmodelle könnten vertrauliche Informationen, die von Elektrizitätsnetzen gesammelt werden, unbeabsichtigterweise an Überwachungstools übermitteln, einschliesslich einfacher Daten wie ob der Energieverbraucher zuhause ist.

Die grössten Energieerzeuger an einem Standort sind Institutionen – jene mit grossen Gebäuden oder verteilten Liegenschaften wie Polizei, Post, Spitäler oder Universitäten – deren Daten und Energie eine bevorzugte Zielscheibe bekämen. Ohne sorgfältige Prüfung der IoT-Sicherheit und der Regulierung der Daten, die diese Netzwerke sammeln können, sind die Institutionen sowohl anfällig für Energieausfälle wie auch für Datendiebstahl über kompromittierte Bestandteile der intelligenten Netze.

Diese könnten aus der Ferne und ohne physischen Zugang zu einer Stromversorgungsinfrastruktur mit Viren oder Hackversuchen angegriffen werden. Ein kürzlicher Fall in der amerikanischen Stadt [Baltimore<sup>38</sup>](#) blockierte die Stromzahlungen sowie zahlreiche andere staatlichen Dienstleistungen. Das ÖV-System von San Francisco wurde [2016 gehackt<sup>39</sup>](#), was zu einer Störung der Zahlungsdienste führte. Die noch nicht digitalisierten Züge funktionierten hingegen weiter – ein Sicherheitstechnischer Vorteil der analogen Systeme. Seitdem erhöhten sich die Ransomware-Angriffe auf [40 Angriffe im Jahr 2019 auf öffentliche Stellen<sup>40</sup>](#) wie Spitäler, Polizeireviere, Gerichte, Bibliotheken und Schulen.

Vernetzte Systeme werden heute ausschliesslich für Daten- und Kommunikationszwecke genutzt und gewähren Zugriff auf Akten, Dateien und Programme. Ähnliche Angriffe auf intelligente Netze könnten zu noch flächendeckenderen Unterbrechungen von Dienstleistungen wie Blackouts führen. Mit der individualisierten Erkennung von Gegenständen und Geräten könnten sie auch verwendet werden, um einzelne Personen zu erreichen. Diese Probleme – und ihre Lösungen – überschneiden sich mit den Risiken der Zunahme der vernetzten Geräte, dem sogenannten Internet der Dinge.

Das Internet der Dinge verbindet reale Gegenstände mit einem Kommunikationsnetz. Die möglichen riesigen Vorteile des IoT reichen von selbstfahrenden Autos, die ihren eigenen Verkehrsfluss regulieren, bis zu intelligenten Temperaturreglern, die nahtlos funktionieren, wenn die Verbraucher einen anderen Raum betreten. Die Kommunikation zwischen den Geräten hat sicherheitstechnische Vorteile wie die Möglichkeit, unzählige Sicherheitspatches zu installieren. Aber die Vorteile der Datenintegration in alltägliche Gegenstände mit RFID-Tags oder ähnlichen Techniken haben ihre Schattenseite: Das gleichzeitige Vernetzen aller Geräte bedeutet zwangsläufig, dass diese Geräte die gleichen Anfälligkeiten teilen. Von böswilligen Akteuren entdeckte oder gestohlene Daten könnten das schwächste Glied in Verteilernetzen aufdecken und einfache physische Angriffe auf ein einzelnes Gerät könnten strategisch genutzt werden, um ganze Netzwerke zu schädigen.

Aus diesen Gründen sind IoT-Netzwerke eine willkommene Zielscheibe für Hacker. Im Sommer 2019 meldeten Forschende der Akamai-Cybersicherheit einen nicht identifizierten Hacker, der behauptete, ein 14-jähriger Junge zu sein und einen Virus in Umlauf gebracht zu haben, der mit den Standardzugangsdaten des Herstellers [4000 verbundene IoT-Geräte zerstörte](#)<sup>41</sup>. Weitere Schadprogramme, die Tastenanschläge und Passwörter speichern konnten, wurden [2018 entdeckt](#)<sup>42</sup>, nachdem sie 6 Jahre lang in Routern geschlummert hatten. Fast die Hälfte der Unternehmen, die IoT-Systeme eingeführt haben, [zeichneten in der Folge Verletzungen auf](#)<sup>43</sup> und im Transportsektor, wo Lieferketten und Frachtsendungen Zielscheiben sind, steigt diese Zahl auf [80 %](#)<sup>44</sup>.

Im März 2019 verkündete die US Navy, dass [kompromittierte Drittanbieter](#)<sup>45</sup> Informationen über Militärprojekte durchsickern liessen. Sie sammelten im Wesentlichen Informationen über geistiges Eigentum von Auftragnehmern, um die militärischen Produktionstechniken und geheimnisse der Navy besser zu verstehen. Diese Art der Mustererkennung könnte in einer Zeit der grösseren Vernetztheit von Geräten, Personal und Lieferketten eskalieren, die mit dem IoT zu koordinierten, digitalen Verwaltungssystemen werden.



Ein Foto einer US-Militärbasis in Afghanistan, aufgenommen von der Fitnessapp Strava, die weltweit Daten über Rennstrecken öffentlich zugänglich machte und dabei ungewollt das Profil von Rennstrecken in geheimen Militärstützpunkten auf der ganzen Welt enthüllte.

In Bezug auf die Militärangehörigen wurden 2018 gestützt auf joggende Soldaten, die die Fitnessapp Strava nutzten, [private Daten von Fitnessstrackern](#)<sup>46</sup> verwendet, um die Lage und den Grundriss von geheimen Militärstützpunkten zu identifizieren. Je allgegenwärtiger das IoT wird, umso lokalisierter und rückverfolgbarer könnte dieses Erkennen von individuellen Bewegungen für Menschen und Gegenstände werden. Bis 2021 werden [28 Milliarden Geräte](#)<sup>47</sup> und bis 2030 [125 Milliarden Geräte](#)<sup>48</sup> miteinander über unsichere WLAN kommunizieren; unbeabsichtigte Datenlecks wie jene der Strava-Karte werden im nächsten Jahrzehnt weiter an der Tagesordnung bleiben. Die NEST-Geräte von Google wurden bereits mit einfachen Methoden für rein asoziale Zwecke geschädigt. In einem Fall wurde ein Gerät gekapert, um als «Streich» [einem Kind wiederholt pornografische Inhalte anzuzeigen](#)<sup>49</sup>. 2019 meldete Microsoft,

dass Hacker über einen [Bürodrucker<sup>50</sup>](#) und andere harmlose Geräte Zugriff auf ein Firmensystem erhalten hatten und Daten von Geräten im Netzwerk an eine russische Hackergruppe übermittelten.

In Worst-Case-Szenarien könnten aufgrund einer einzelnen Verwundbarkeit eine Unmenge von vernetzten Geräten angegriffen werden. Das IoT in elektrischen Systemen, Heizungen oder Feuermeldern könnte angezapft werden, um Funktionsstörungen zu schaffen, die Leben und Besitz gefährden. Diese Risiken könnten genutzt werden, um [reale «cyberphysische»<sup>51</sup>](#) Bedrohungen zu schaffen.

Bereits 42 000 gehackte Boiler in einem Netzwerk könnten beispielsweise zu [landesweiten Blackouts<sup>52</sup>](#) führen. Wenn eine automatische Türe mit einem IoT-Gerät verschlossen werden kann, könnte sie benutzt werden, um Opfer vor einem Angriff in ein Gebäude oder einen Raum einzusperren oder Geräteausfälle zu verursachen, die Ersthelfer behindern. Böswillige Akteure müssen im kältesten Winter kein Kraftwerk ausschalten, wenn sie Zugriff auf intelligente Heizungsanlagen haben und sie einfach abschalten können, wie dies 2016 in einem kleinen Dorf in [Finnland<sup>53</sup>](#) geschah.

Solche Krisen müssen nicht einmal eine Folge von böswilligen Akteuren sein. Gleichzeitige Aktualisierungen von Geräten aufgrund von Sicherheitsbedrohungen könnten dazu führen, dass die Systeme einen Neustart benötigen, wodurch während der Aktualisierung kritische Dienste angehalten werden. Gleichermassen können Störungen in einem System ausgedehnte und verhängnisvolle Auswirkungen haben.

Trotzdem geniesst die Sicherheit nur [geringe Priorität<sup>54</sup>](#), da die Industrie der Verbraucherfreundlichkeit, Einführung und Innovation den Vorrang gibt. Lösungen für dieses Problem wurden bereits zur Sprache gebracht, einschliesslich der flächendeckenden Einführung von kryptografischen Token in IoT-Geräten oder die Sicherheitsaufsicht durch staatliche Stellen. Kalifornien machte einen kleinen Schritt, als es 2018 [ein Gesetz<sup>55</sup>](#) verabschiedete, das 2020 in Kraft tritt und für jedes Gerät ein einmaliges Passwort erfordert, wodurch die Möglichkeit gesenkt wird, dass die Verwendung der Standardeinstellungen eines einzelnen, nicht konfigurierten Geräts für den Zugriff auf ein Netzwerk benutzt werden kann. Grossbritannien und das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen [\[ETSI\]<sup>56</sup>](#) verkündeten [2019<sup>57</sup>](#) Pläne für die Einführung von Sicherheitsstandards in intelligenten Geräten. Aber die Vereinheitlichung der Sicherheit über Länder, Industrien und Anwendungen hinweg ist eine grosse Herausforderung.

Zur Antwort der Industrie auf dieses Sicherheitsbedürfnis gehört die Partitionierung der IoT-Systeme durch Drittanbieter in kleinere Unternetzwerke oder [Mikronetze<sup>58</sup>](#), die die Geschwindigkeit der Ausbreitung von Malware oder Angriffen durch die Quarantäne von vernetzten Geräten einschränken kann. Vielversprechend ist eine Forschungsstudie der Universität Stanford in Illinois mit Avast Software, die feststellte, dass [90 % der IoT-Geräte von 100 Herstellern stammen<sup>59</sup>](#), und die darauf hinweist, dass die Einführung von Regulierungen und Standards einfacher sein könnte als gedacht.

Abgesehen davon sind die Geräte immer auch aufgrund von menschlichen Fehlern ausbeutbar und die Bedrohung für ein ganzes Netzwerk könnte ganz einfach ein missvergnügter oder nachlässiger Mitarbeiter sein. DARPA entwickelt eine künstliche Intelligenz für die Identifikation von Social-Engineering-Angriffen durch die Schaffung von digitalen [Alter Egos<sup>60</sup>](#), die eingreifen, die Nutzer durch verdächtige Kontakte leiten und sogar die Angreifer identifizieren können.

## 5G-Netze: ein unvollkommener Sturm

Die Einführung von schnellen und zuverlässigen IoT-Netzwerken ist nur eine der Rechtfertigungen für das Ausrollen der 5G-Netze, die zu Hochgeschwindigkeitskommunikation und dem Teilen von mehr Daten über die bestehende IoT-Infrastruktur führen würden. Das IoT ist ein ausgedehntes vernetztes System; 5G ist die Soft- und Hardware, die diese Geräte für die Kommunikation nutzen. 5G-Netze versprechen schnelle Geschwindigkeiten und nahezu Echtzeitkommunikation zwischen Geräten – sie bergen aber auch Risiken.

In den USA drückten zwei Behörden – die Weltraumorganisation NASA und der Wetterdienst NOAA – Bedenken aus, dass die sogenannte «Millimeterwellenkommunikation» auf einer Frequenz von 24 Ghz, wie sie kürzlich für die 5G-Nutzung an Mobilfunkunternehmen versteigert wurde, die Wettervorhersage beeinträchtigen könnte. NOAA wies darauf hin, dass 5G-Netze die Meteorologie um fast vier Jahrzehnte zurückwerfen könnten, da sie die [natürliche Frequenz des Wassers, das sich in der Atmosphäre auflöst<sup>61</sup>](#), störend beeinflussen könnten, die beobachtet wird, um Wirbelstürme vorherzusagen.

Vom Standpunkt der Informationssicherheit besteht auch das Risiko von verfälschten Daten durch Hintertüren in Geräten oder durch die Übermittlung von Daten in fremden Netzwerken. Diese Belange stehen auch im Zentrum der Sicherheitsbedenken in Bezug auf das chinesische Technologieunternehmen Huawei, von dem die USA und andere behaupten, dass es durch das chinesische Recht gezwungen ist, auf Anweisung der Regierung Daten zugänglich zu machen. Aber Huawei ist nicht das einzige Sicherheitsproblem von 5G.

Andere Bedenken betreffen die Ausweitung des Datenflusses und die entsprechende Zunahme der Netzwerkaktivität und -kapazität, wodurch es noch schwieriger werden könnte, Unregelmässigkeiten wie Cyberangriffe durch die Analyse der Netzwerkaktivität aufzudecken. Anders als das IoT im weiteren Sinn wird 5G von einer Handvoll global agie-

render Anbieter angetrieben, die auf ein Produkt – Smartphones – fokussieren, für dessen Nutzer die Privatsphäre wichtig ist. Dies scheint die Innovation im Bereich der Sicherheitsmassnahmen in Smartphones zu beleben: So geben beispielsweise [29 % der Konsumenten](#)<sup>62</sup> an, dass sie in 5G-Mobiltelefonen Sicherheitsprotokolle wie DNA-Authentifizierung «erwarteten». Allerdings gibt es für private Unternehmen nur wenige Anreize für die Investition in die Sicherheit, da das gesamte weltweite Netzwerk nur so stark ist wie sein schwächstes Glied.

Das rasende Tempo und die enge Vernetzung aus der Kreuzung von 5G und IoT könnte die Entwicklung von [maschinellen Lernwerkzeugen für die Cybersicherheit](#)<sup>63</sup> antreiben, die fähig wären, Bedrohungen und die entscheidenden Strategien für ihre Abwehr zu identifizieren. Aber aktuell fehlt das Know-how in KI, insbesondere in der Netzwerksicherheits-KI. Bis 2021 könnten [1,8 Millionen Cybersicherheitsfachleute fehlen](#)<sup>64</sup>, die mit KI arbeiten können.

### Was kommt als Nächstes?

Ob die Zukunft voller dystopischer oder utopischer Momente sein wird, hängt davon ab, wie weit wir auf die neuen Technologien vorbereitet sind. In einer Zeit, in der der Wohlstand immer vernetzter und abhängiger ist, kann ein Systemausfall rasch zum globalen Problem werden. Futures Literacy, die Fähigkeit, kommende Änderungen zu verstehen und die Philosophie des zurückhaltenden Einsatzes, ist von grosser Bedeutung, um sicherzustellen, dass der technische Fortschritt die öffentliche Sicherheit, die demokratischen Werte und die Menschenrechte nicht beeinträchtigt.

Heute wird von privater Seite relativ wenig in die Sicherheit investiert, da die Konkurrenten lieber an die Spitze drängen, um nicht als Schlusslicht in Mitleidenschaft gezogen zu werden. Wie erwähnt gibt es wenige Forderungen von Konsumenten, die Sicherungsmassnahmen in persönlichen Geräten im IoT und in 5G-Netzen anstacheln. Für die KI bestehen zahllose Herausforderungen in der komplexen Entwicklung von Algorithmen, wobei ein Black-Box-Effekt geschaffen wird, bei dem niemand das Output der zahlreichen miteinander arbeitenden Algorithmen versteht, die vor der Implementierung in reale Gegenstände von verschiedenen Teams entwickelt wurden. Mit dem Einfluss der staatlichen Intervention in der Industrie – oder deren Abwesenheit – auf die Entwicklung dieser Systeme können wir einen Blick auf die Spaltung der Standards und der ideologischen Ansätze und Normen erhaschen, die durch die Konstruktion von System auf System vermisch werden. Diese Welt, die mit einem immer vernetzteren System immer mehr zersplittert, hat etwas Paradoxes.

### Links die im Artikel erwähnt wurden:

1. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1758-5899.12713>
2. <https://www.brookings.edu/research/ai-and-future-warfare/>
3. <https://www.theguardian.com/world/2018/nov/10/autonomous-drones-that-decide-who-they-kill-britain-funds-research>
4. <https://www.c4isrnet.com/unmanned/2019/03/04/russias-new-robot-is-a-combat-platform-with-drone-scouts/>
5. <https://www.defensenews.com/naval/2019/01/15/the-us-navy-moves-toward-unleashing-killer-robot-ships-on-the-worlds-oceans/>
6. <http://www.globaltimes.cn/content/1149168.shtml>
7. <https://time.com/5673240/china-killer-robots-weapons/>
8. <https://www.cfr.org/blog/civil-military-fusion-missing-link-between-chinas-technological-and-military-rise>
9. <https://www.nytimes.com/2018/06/01/technology/google-pentagon-project-maven.html>
10. <https://www.newsweek.com/artificial-intelligence-raspberry-pi-pilot-ai-475291>
11. <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/2018/08/29/im-possibility-meaningful-human-control-lethal-autonomous-weapon-systems/>
12. <https://www.wired.com/story/when-bots-teach-themselves-to-cheat/>
13. <https://www.darpa.mil/news-events/2019-01-04>
14. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8078815>
15. <https://phys.org/news/2017-03-terrorist-behaviors-percent-accuracy.html>
16. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17467586.2011.627932>
17. <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/7126/6522>
18. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-07026-4>
19. <http://visionofhumanity.org/economists-on-peace/predicting-civil-conflict-can-machine-learning-tell-us/>
20. <https://www.turing.ac.uk/research/research-projects/global-urban-analytics-resilient-defence>
21. <https://www.britannica.com/technology/doomsday-machine>
22. <https://warontherocks.com/2019/08/america-needs-a-dead-hand/>
23. <https://www.cnbc.com/2018/04/25/ai-could-lead-to-a-nuclear-war-by-2040-rand-corporation-warns.html>
24. <https://arxiv.org/pdf/1802.07228.pdf>
25. <https://www.bbc.com/news/technology-41845878>
26. <https://www.csail.mit.edu/news/fooling-neural-networks-w3d-printed-objects>

27. <https://www.washingtonpost.com/technology/2018/08/02/moment-when-facebooks-removal-alleged-russian-disinformation-became-free-speech-issue/>
28. <https://www.texastribune.org/2017/11/01/russian-facebook-page-organized-protest-texas-different-russian-page-l/>
29. <https://www.usatoday.com/story/news/2018/12/07/neo-nazi-convicted-murder-charlottesville-car-assault-killed-heather-heyer/2243848002/>
30. <https://news.yahoo.com/u-unleashes-military-fight-fake-134326896.html>
31. <https://www.commondreams.org/newswire/2019/06/12/social-media-platforms-increase-transparency-about-content-removal-requests-many>
32. <https://www.motherjones.com/politics/2019/03/deepfake-gabon-ali-bongo/>
33. <https://www.theverge.com/2019/3/5/18251736/deepfake-propaganda-misinformation-troll-video-hoax>
34. <https://newsroom.fb.com/news/2018/09/expanding-fact-checking/>
35. <https://www.deeptracelabs.com/>
36. [http://openaccess.thecvf.com/content\\_CVPRW\\_2019/papers/Media%20Forensics/Agarwal\\_Protecting\\_World\\_Leaders\\_Against\\_Deep\\_Fakes\\_CVPRW\\_2019\\_paper.pdf](http://openaccess.thecvf.com/content_CVPRW_2019/papers/Media%20Forensics/Agarwal_Protecting_World_Leaders_Against_Deep_Fakes_CVPRW_2019_paper.pdf)
37. <https://www.technologyreview.com/s/613846/a-new-deepfake-detection-tool-should-keep-world-leaders-safe-for-now/>
38. <https://www.baltimoresun.com/news/maryland/politics/bs-md-ci-it-outage-20190507-story.html>
39. <https://www.wired.com/2016/11/sfs-transit-hack-couldve-way-worse-cities-must-prepare/>
40. <https://www.nytimes.com/2019/08/22/us/ransomware-attacks-hacking.html>
41. <https://blogs.akamai.com/sitr/2019/06/sirt-advisory-silexbot-bricking-systems-with-known-default-login-credentials.html>
42. <https://arstechnica.com/information-technology/2018/03/potent-malware-that-hid-for-six-years-spread-through-routers/>
43. <https://www.businesswire.com/news/home/20170601006165/en/Survey-U.S.-Firms-Internet-Things-Hit-Security>
44. <https://go.irdeto.com/connected-industries-cybersecurity-survey-report/>
45. <https://www.wsj.com/articles/navy-industry-partners-are-under-cyber-siege-review-asserts-11552415553?ns=prod/ac-counts-wsj>
46. <https://www.theguardian.com/world/2018/jan/28/fitness-tracking-app-gives-away-location-of-secret-us-army-bases>
47. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5087432/>
48. <https://technology.ihc.com/596542/number-of-connected-iot-devices-will-surge-to-125-billion-by-2030-ihc-market-says>
49. <https://www.washingtonpost.com/technology/2019/04/23/how-nest-designed-keep-intruders-out-peoples-homes-effectively-allowed-hackers-get/>
50. <https://arstechnica.com/information-technology/2019/08/microsoft-catches-russian-state-hackers-using-iot-devices-to-breach-networks/>
51. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2019/NIST.IR.8228.pdf>
52. <https://www.wired.com/story/water-heaters-power-grid-hack-blackout/>
53. <https://www.forbes.com/sites/leemathews/2016/11/07/ddos-attack-leaves-finnish-apartments-without-heat/#44bb1e5d1a09>
54. <https://www.wired.com/story/iot-security-next-step/>
55. [https://leginfo.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill\\_id=20170180SB327](https://leginfo.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=20170180SB327)
56. <https://www.etsi.org/newsroom/press-releases/1549-2019-02-etsi-releases-first-globally-applicable-standard-for-consumer-iot-security>
57. <https://www.gov.uk/government/news/plans-announced-to-introduce-new-laws-for-internet-connected-devices>
58. <https://www.ncta.com/whats-new/cablelabs-unveils-a-new-approach-towards-iot-security>
59. [https://press.avast.com/hubfs/stanford\\_avast\\_state\\_of\\_iot.pdf](https://press.avast.com/hubfs/stanford_avast_state_of_iot.pdf)
60. <https://qcn.com/articles/2017/09/12/darpa-bots-social-engineering-defense.aspx>
61. <https://www.wired.com/story/5g-networks-could-throw-weather-forecasting-into-chaos/>
62. <https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/5g-consumer-potential#key-consumerrealities>
63. <https://www.brookings.edu/research/why-5g-requires-new-approaches-to-cybersecurity/>
64. <https://www.isc2.org/-/media/B7E003F79E1D4043A0E74A57D5B6F33E.ashx>

# Wirksamkeit im Einsatz

## EINFÜHRUNG

Krieg führte schon immer zu bahnbrechenden technischen Erfindungen. Die Akteure streben laufend danach, die fortgeschrittenste und leistungsfähigste Streitmacht zu haben, um ihre Interessen im In- und Ausland zu schützen. Die Grenze zwischen Realität und Science-Fiction wird dabei immer verschwommener. Werden wird das Schlachtfeld KI-gesteuerten Kampfrobotern überlassen? Was ist mit der Verwendung von Strahlenwaffen, die Mikrowellen- oder Laserstrahlen abfeuern? Diese Fragen müssen für die Vorbereitung auf zukünftige Kriegsszenarien gestellt werden.

Je weiter sich die Kriegführung entwickelte, umso mehr stieg die Entfernung zwischen den kämpfenden Personen. Beginnend mit Fäusten und Keulen, später mit Gewehren und Kanonen können Kriege heute vor dem Computer sitzend geführt werden. Die steigende Distanz führt dazu, dass der Feind und der Krieg an sich «diffuser» werden. Aus den grösseren Distanzen zwischen den Feinden erwachsen auch neue militärische und gesellschaftliche Befürchtungen.



**Drohnen und Abschussstation:** Dual-Use-Produkte und neue Technologien geben asymmetrischen Akteuren Macht.

Quelle: Diehl

## HERAUSFORDERUNGEN DER ZUKÜNFTIGEN SICHERHEITSUMGEBUNG

### Human Enhancement (HE)

In der Zukunft werden die Methoden und Techniken des Human Enhancement (HE – der optimierte Mensch) die körperlichen und mentalen Fähigkeiten der Menschen mit natürlichen und künstlichen Mitteln steigern. Mit einer grösseren Reichweite und Ausdauer werden wir umfassendere Leistungen erbringen können. Die gesellschaftliche Akzeptanz des HE aus ethischen, politischen, sozialen und legalen Standpunkten unterscheidet sich von Land zu Land. Anwendungen des HE können so von verschiedenen Akteuren unterschiedlich ausgeprägt verwendet werden. Der militärische «Wert» eines menschlichen Lebens unterscheidet sich ebenso stark und hängt oft vom politischen System des Landes ab, in dem die HE-Systeme eingesetzt werden.

HE wird helfen, die menschliche Leistung, Verteidigung, Durchhaltevermögen und Überlebenschancen zu steigern. Die HE-Anwendung der «menschlichen Selbstreparaturkits» vereinfacht den Ersatz von verwundeten Körperteilen auf dem Schlachtfeld. Durch die Verwendung von Gesundheitsüberwachungssystemen kann der Gesundheitszustand von eingesetzten Soldaten laufend überwacht werden und frühzeitig gesundheits- und leistungserhaltende Massnahmen eingeleitet werden.

Die radikale Verwendung von HE in der Sicherheit und Verteidigung wird helfen, die Operationsgeschwindigkeit auf allen Ebenen zu beschleunigen. Technisch fortgeschrittene Akteure, die sich auf die Verwendung von HE spezialisieren, können so erfolgreich bedeutende Effekte auf dem Schlachtfeld erzielen, die nicht unbedingt ihrer Truppenstärke entsprechen. Dies kann zu noch komplexeren asymmetrischen Kriegsszenarien führen. Bewährte Analysemethoden für die Konfliktbeurteilung gestützt auf die Berechenbarkeit und Wahrscheinlichkeit sind nicht länger uneingeschränkt wirksam.

Desgleichen kann die Human Enhancement Gemeinschaften, Staaten und Organisationen durch die Nebenwirkungen der HE-Forschung und -Entwicklung herausfordern. Zusätzlich zur gesteigerten Leistung kann die medizinische Anwendung von HE zu körperlichen oder psychologischen Abhängigkeiten führen. Eine uneingeschränkte Verwendung von HE in der zivilen Welt könnte die Überdynamik fördern und zu Verwundbarkeiten und Aneignungen von Gesellschaft und Staat führen. Zusätzlich schafft HE Versicherungsprobleme und der potenzielle Missbrauch von persönlichen Daten begründet die gesetzliche Regulierung.

## KI und autonome Waffensysteme

Die Durchsetzung von globalen, umfassenden Regulationen für die Verwendung von KI in autarken Systemen wird auch in Zukunft schwierig bleiben, besonders für Waffensysteme. Die Verwendung von autonomen Waffensystemen mit KI hängt deshalb von den akteurspezifischen politischen, ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ab. In zukünftigen Kriegsszenarien stellen Akteure, die globale Richtlinien (z. B. Genfer Konvention) verletzen oder andere Richtlinien für die Verwendung von KI anwenden, eine zentrale Herausforderung dar. Die Fragen «Wie viel Macht will ich einer Maschine für ihre eigenständige Entscheidung geben?» und «Ab welchem Punkt benötige ich einen Menschen, der die Entscheidung trifft?» müssen diskutiert werden. Eine klare Verantwortbarkeit muss eingeführt und vielleicht durch die Anwendung des Man-in-the-Loop-Ansatzes sichergestellt werden. Der Vorteil der militärischen KI-Anwendung besteht in einer schnelleren Entscheidungsfindung, was zu Vorteilen auf dem Schlachtfeld führt. Zudem können mit automatisierten Aufgaben menschliche Ressourcen gespart werden.

## Strahlenwaffen (Directed Energy Weapon DEW)

Schon seit jeher sind Laserwaffen Teil von Science-Fiction-Romanen und -Filmen. «Star Wars» lebt vom Konzept, dass irgendwann in der Zukunft einzelne Soldaten mit Laserschwertern und -kanonen gegeneinander kämpfen. Auch wenn Schwerter in den heutigen Kriegen keinen grossen Nutzen bringen, wären Laserkanonen durchaus von Vorteil. Deshalb arbeiten Heerführer seit Jahren an Strahlenwaffen und testen sie.

Strahlenwaffen (DEW) wirken sich mit konzentrierten elektromagnetischen Strahlen auf militärische Ziele aus. Es gibt verschiedene Strahlenwaffen, die einen riesigen Einfluss auf zukünftige Kriegsszenarien haben werden. Sie können in elektromagnetische Störer, Hochleistungs-Mikrowellenwaffen (HPM) und Hochenergie-Laserwaffen (HEL) eingeteilt werden. HPM und elektromagnetische Störer werden in erster Linie gegen Sensoren und Kommunikationen gerichtet, können aber auch zu Kollateralschäden an elektronischen und digitalen Systemen führen. Getroffen werden können zivile und militärische Systeme und die Wirkung ist schwer einzuschätzen, da sowohl taktische als auch unvorhersehbare strategische und politische Auswirkungen die Folge sein können. HEL-Waffen wehren verschiedene militärische Ziele ab (z. B. feindliche Kampfdrohnen, sich nähernde Lenkwaffen und Mörsergranaten). HEL-Waffen können tödlich sein und gegen Menschen verwendet werden. Obwohl internationale Vorschriften die Anwendung gegen Menschen einschränken, können sie ihre Verwendung durch irreguläre Akteure als Folter- oder tödliche Waffe nicht verhindern. Die Entwicklung von Schutzmassnahmen gegen HEL bleibt deshalb eine Herausforderung.

Deutliche Vorteile gegenüber von konventionellen Waffensystemen sind niedrige Munitionskosten, hohe Präzision und Agilität. Strahlenwaffen stützen sich oft auf Technologien, die auch in zivilen Bereichen verwendet werden (Dual-Use). Deshalb besteht die grosse Gefahr, dass asymmetrische Kräfte durch die verbreitete Anwendung Zugang dazu erhalten. Strahlenwaffen können als Verteidigung gegen feindselige Bedrohungen verwendet werden. Einer der grossen Vorteile ist ihre «unverzögliche» Wirkung. So eignen sie sich auch für die Bekämpfung von Zielen mit hohen Luftgeschwindigkeiten (z. B. Hochgeschwindigkeitsraketen). Aufgrund der niedrigen Kosten pro Schuss sind Strahlenwaffen auch für den Einsatz gegen miniaturisierte Systeme geeignet, die in grossen Mengen angreifen können (z. B. Kampfdrohnen Schwarm).



«Sidewinder-Rakete»: konventionelle Waffen werden mit neuen Systemen wie Strahlenwaffen ergänzt.  
Quelle: Diehl

## Hyperschallwaffen

Eine Hyperschallwaffe ist eine Rakete, die Mach 5 oder schneller fliegt, was mindestens fünfmal schneller ist als der Schall. Dies bedeutet, dass Hyperschallwaffen ungefähr eineinhalb Kilometer pro Sekunde fliegen können. Im Vergleich dazu fliegen kommerzielle Linienflugzeuge unter Schallgeschwindigkeit (knapp unter Mach 1) und moderne Düsenjäger mit Überschall Mach 2 oder Mach 3.

Als strategischer Vorteil mit hoher Zerstörungskraft und geringer Reichweite stellen Hyperschallwaffen eine neue Bedrohung dar, die wenig Zeit und Ressourcen für Verteidigungsmassnahmen lässt. Die Gefahr der Eskalation könnte steigen, wenn neue strategische Gleichgewichte entstehen. Abschreckung, Prävention und offensives Denken können zu neuen strategischen Mitteln werden. Die strategische Unberechenbarkeit der neuen Waffensysteme stellt ein grosses Risiko dar: Eine falsche Wahrnehmung kann katastrophale Folgen haben, da keine Zeit für deeskalierende Massnahmen bleibt. Die Stabilität von globalen Sicherheitsregimen, die das Risiko von ernsthaften Konflikten durch die Verwendung von strategischen Hyperschallwaffen regulieren könnten, ist ungewiss.

## Biologische Kriegführung und biologisierte Systeme

Durch den technischen Fortschritt kann die Menschheit die Natur immer weiter nutzen. Die Meisterung und Kontrolle

von biologischen Systemen ist in Bezug auf die Kriegführung eine fundamentale Herausforderung. Wenn es um die «Nutzung der Natur» in zukünftigen Technologien geht, kommen einem teilweise biologische Miniwaffensysteme oder insekten-gestützte Aufklärungssysteme, Miniaturisierung und sogar die Kontrolle von Tieren oder Pflanzen in den Sinn. Zudem können sowohl neue Mobilitätsformen wie auch neue Schutzmethoden von Sensoren und Materialien erforscht werden. Biologisierte Detektoren können helfen, B- und C-Kampfstoffe, Giftstoffe und Erreger zu erkennen und biologisierte Reaktoren können neue Formen dieser Stoffe erzeugen, die für die Lebensmittel- und Energieversorgung genutzt werden.



**Einsatzplanung:** Der Soldat der Zukunft wird sich unerwarteten Herausforderungen gegenübersehen  
Quelle: IABG

Es ist allerdings zu bedenken, dass die biologische Kriegführung besonders in den frühen Stadien ein höchst gefährliches Unfallpotenzial aufweist. Unkontrolliert und ungewollt ausgelöste B- und C-Kampfstoffe unterscheiden weder Freund noch Feind und machen auch vor Grenzen nicht halt. Dies macht die

entsprechenden Forschungseinrichtungen zu einer lohnenden Zielscheibe für Terrorangriffe.

## AUSWIRKUNGEN AUF DAS MILITÄR

### Nutzung des Human Enhancement

Die Herausforderung der guten Verwendung von HE wird ihre Verbindung mit den bestehenden Fähigkeiten sein. Die Frage nach der Notwendigkeit, Priorisierung und Synchronisierung von Mensch und HE muss im Vergleich mit traditionellen oder grundlegenden Verfahren laufend überprüft werden. Insbesondere die Umsetzung von Dual-Use-Anwendungen und die zivil-militärische Zusammenarbeit in der HE-Entwicklung führen zu neuen Herausforderungen (z. B. Schnittstellen, militärische Nutzung von zivilen Lösungen).

Aufgrund von unterschiedlichen soziokulturellen Haltungen gegenüber HE wird eine zentrale Herausforderung die Zusammenarbeit in einer multinationalen militärischen Umgebung sein. Wenn Partner die HE-Anwendungen unterschiedlich intensiv nutzen, wird sich auch die soziale Akzeptanz der Mitgliedstaaten von multinationalen Verpflichtungen unterscheiden. Das Problem der Interoperabilität stellt in einem multinationalen Zusammenhang eine ähnliche Herausforderung dar.

Wie die anderen Länder muss auch die Schweiz die Diskussion über die Chancen und Risiken der HE-Auswirkungen auf die Gesellschaft und das Militär führen. So müssen die Streitkräfte ein Verständnis entwickeln, das als Teil der Kommunikationsstrategie betrachtet werden sollte. Gleichwohl ist sicherzustellen, dass auch ohne HE die operative Fähigkeit der Streitkräfte durch Übungen, Geschick und gezieltem Training bewahrt wird.

### Innovation von autonomen Waffensystemen

Auch wenn es in Bezug auf die Verwendung von autonomen Waffensystemen mit integrierter KI Vorbehalte auf nationaler Ebene gibt, sind für die Verwendung von KI in diesem Bereich eigene innovative Fähigkeiten zu entwickeln. Gründe für nationale Vorbehalte und öffentliche Diskussionen können durch die Entwicklung von besseren Lösungen vermieden werden. Die Gefahr, aufgrund falscher Erwartungen, Ängsten und der Fixierung auf (angeblichen) rechtlichen oder ethischen Schwierigkeiten auf die Innovationsfähigkeit zu verzichten, sollte berücksichtigt werden.

### Auswirkungen auf Strahlenwaffen

Für zukünftige Kriegsszenarien ist es notwendig, die eigenen Systeme und Strukturen gegen die Bedrohung durch Strahlenwaffen zu verstärken und die Verwundbarkeit der eigenen elektronischen Systeme zu senken. Elektronische Systeme und Sensoren können durch Modularität verstärkt werden, damit sie nach einem Schaden durch gegnerische Strahlenwaffen kostengünstig repariert werden können. Der Schutz der eigenen Strahlenwaffensysteme ist unerlässlich. Zusätzlich zu den passiven werden aktive Verteidigungsmassnahmen entwickelt, um gegnerische Strahlenwaffensysteme gezielt zu beseitigen (z. B. Säubern von feindlichen Strahlenwaffenmitteln, Anti-Radar-Raketen, Anti-Radar-UAV). Der Schutz gegen den Strahlenwaffenbeschuss durch eigene Truppen spielt eine übergeordnete Rolle. Die Grundlage für eine wirksame Verteidigungsmassnahme gegen Strahlenwaffen ist die Schaffung von neuen Einsatzkonzepten sowie die Überprüfung der eigenen Verfahren und Einsatzgrundsätze.

Die Erkennung von Strahlenwaffenangriffen und Angreifern auf dem diffusen Schlachtfeld ist zu entwickeln. Dies führt zu neuen Herausforderungen.

- Elektromagnetische Störer werden gegen Sensoren gerichtet, die sie auskundschaften können. Bei Störbedingungen können diese Sensoren die Richtung der Störung klären, aber nicht die Distanz des Störers zum Sensor. So wird mindestens ein zweiter Sensor benötigt, der von einem anderen Standort eine zweite Richtungserkennung ausführt, um die Position des Störers zu bestimmen.

- HPM-Waffen sind richtungsselektiv, um in diesem Bereich eine hohe Energiedichte zu erzeugen. Sie stören oder zerstören Sensoren, die sie finden könnten.
- HEL funktionieren mit kurzen Energieimpulsen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Das Zeitfenster für die Erkennung ist deshalb extrem kurz.

### Auswirkungen auf Hyperschallwaffen

Aufgrund der sicherheitstechnischen Bedeutung von Hyperschallwaffen müssen die Streitkräfte ihre eigenen Kompetenzen für die politische und strategische Beratung und Beurteilung aufbauen. Die Risikobeurteilung der Rüstungsfertigkeiten der eigenen und gegnerischen Streitkräfte ist notwendig. Auf dieser Grundlage muss die Diskussion über den Bedarf an neuer Waffentechnik und Selbstbeschränkung erleichtert werden, um Politik und Gesellschaft über das Potenzial und die Ziele der eigenen Fähigkeiten zu informieren.

Der Zeitrahmen für Gegenmassnahmen für die Abwehr von Hyperschallwaffen ist sehr kurz und vergrössert das Problem der genügend schnellen Reaktion von menschlichen Bedienern. Die Verwendung von automatisierten Systemen ist folglich zu prüfen. Die Erkennung von Angriffen durch strategische Hyperschallwaffen erfordert ein Frühwarnsystem im Sensornetzwerk. Für die umfassende Aufklärung sind Fernbedienungssensoren notwendig (Luft, Weltraum).

### SCHLUSSFOLGERUNG

Der technische Fortschritt verändert die Welt, wie wir sie kennen, und macht unser Leben in vielerlei Hinsicht einfacher – aber militärische Innovationen führen auch zu einer veränderten Sicherheitsumgebung. Diese Sicherheitsumgebung ist durch verschiedene neue, hochgradig destruktive Waffensysteme gefährdet. Diese Risiken müssen durch effiziente Gegenmassnahmen gegen zukünftige Bedrohungen minimiert werden. In welchem Umfang diese Gegenmassnahmen in die bestehenden Militärstrukturen eingebunden werden müssen, ist in Bezug auf die finanzielle Durchführung und die ethischen Konsequenzen eingehend zu diskutieren. Allerdings muss bedacht werden, dass feindselige Akteure zu einem anderen Schluss kommen können, was die Sicherheitslage noch gegenteiliger beeinflusst.

Die Herausforderung des Umgangs mit technischen Innovationen im Militärbereich ist zwiespältig, besonders in Bezug auf die Auswirkungen auf die Streitkräfte. In Bezug auf die defensiven Fähigkeiten muss auf den technischen Fortschritt von feindseligen Akteuren reagiert werden, um die eigenen Streitkräfte und Interessen zu schützen. Was die offensiven Fähigkeiten betrifft, wird die Verwendung von neuen Waffen in einer breiten sozialen und moralischen Debatte angesprochen. Den richtigen Weg zwischen der Sicherstellung der eigenen Interessen und der Wahrung der Ausrichtung der politischen Parameter zu finden wird für Militärplaner die grosse Herausforderung der Zukunft sein.

### SWOT-ANALYSE für schweizer militärplaner

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungskapazitäten und technischer Fortschritt</li> <li>• permanente Mechanismen für die Technologiefrüherkennung</li> <li>• hohes nationales Innovationsniveau</li> <li>• starke zivile Technologiebranche</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ethische Konsequenzen von zukünftigen Waffensystemen</li> <li>• Einschränkung der KI-gestützten Waffensystementwicklung</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• breiter öffentlicher Dialog</li> <li>• Abschreckung durch technischen Fortschritt</li> <li>• Interoperabilität in einer militärischen Verteidigungsgemeinschaft</li> </ul>	<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verpassen von Gelegenheiten aufgrund von falscher Verwicklung in zukünftige Technik</li> <li>• sehr hohes Schadenspotenzial der zukünftigen Waffensysteme</li> <li>•</li> </ul>



**armasuisse**  
Wissenschaft und Technologie W+T

Feuerwerkerstrasse 39  
CH-3602 Thun

Tel: + 41 58 468 28 00  
Fax: + 41 58 468 28 41

E-Mail: [wt@armasuisse.ch](mailto:wt@armasuisse.ch)  
Web: [www.armasuisse.ch/wt](http://www.armasuisse.ch/wt)

ISBN: 978-3-9525175-1-2