

# Drohnen und Roboter in den Streitkräften: Die Waffen des 21. Jahrhunderts?

Pascal Vörös,  
Roland Schäfli, Dr. Markus Höpflinger



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,  
Bevölkerungsschutz und Sport VBS  
**armasuisse**  
Wissenschaft und Technologie

# Inhalt

<b>Vorwort von Bundespräsidentin Viola Amherd</b>	<b>12</b>
<hr/>	
<b>1 Grundlagen aus dem zivilen Umfeld</b>	<b>15</b>
<b>Roboter und ihre neu gewonnenen Fähigkeiten</b>	<b>16</b>
Zunehmende Vielfalt und Anzahl von Robotern	17
Roboter in der Luft, im Wasser, an Land und im Weltall	18
Beispiele «Made in Switzerland»	19
Fakten vs. Fiktion	23
<b>Zivile Entwicklungen und disruptive Technologie</b>	<b>24</b>
Disruptive Technologie	26
Militärisches Potenzial aus ziviler Entwicklung	28
<b>Interview mit Prof. Marco Hutter</b>	<b>30</b>
<b>Künstliche Intelligenz</b>	<b>35</b>
Übertriebener KI-Hype?	36
Zunehmende militärische Investitionen	38
Strategische Bedeutung für die NATO	39
<b>Interview mit Prof. Jürgen Schmidhuber</b>	<b>41</b>
<b>Revolutionen der Kriegsführung</b>	<b>43</b>
Einzug unbemannter Systeme in den Streitkräften	52
<b>Die Bedeutung von Autonomie</b>	<b>54</b>
Autonome Waffensysteme	55
Bereits vielerorts im Einsatz	56
Zwei unterschiedliche Herausforderungen	57
Potenzial der militärischen Überlegenheit	58
<hr/>	
<b>2 Globale Herausforderungen</b>	<b>61</b>
<b>Anfälligkeit von robotischen Systemen</b>	<b>62</b>
Unfallrate und Anfälligkeit	64
Gegnerische Massnahmen	65

<b>Einhaltung völkerrechtlicher Vorgaben</b>	<b>67</b>
Konformität neuer Waffen mit dem humanitären Völkerrecht	68
Internationale Regeln in bewaffneten Konflikten	69
Autonome Waffen und Grundsätze des humanitären Völkerrechts	70
Rüstungskontrolle und Rüstungsbeschränkungen	71
Grundsätze der Menschlichkeit	72
<b>Forderung nach Einschränkungen und Verboten</b>	<b>74</b>
Expertentreffen CCW	75
Regulierung unter den Staaten stark umstritten	75
«Meaningful Human Control»: Menschliche Kontrolle	76
«Campaign to Stop Killer Robots»	78
Expertengruppe der IEEE Standards Association	79
Offene Briefe der Wissenschaft	80
Umfrage unter Waffenproduzenten	81
Ethische Prinzipien zur verantwortungsvollen Nutzung von KI	81
Internationale Konvention fehlt weiterhin	83
<b>Interview mit Prof. Thomas Burri und PD Markus Christen</b>	<b>84</b>
<b>Sicherheitsdilemma und Wettrüsten</b>	<b>88</b>
Gefahr des Wettrüstens	89
Sinkende Hemmschwelle zur Kriegsführung	90
Strategische Stabilität	90
<hr/>	
<b>3 Aktuelle Lage und neue Taktiken</b>	<b>93</b>
<b>Militärische Robotik im internationalen Vergleich</b>	<b>94</b>
USA	95
China	97
Russland	98
Grossbritannien	100
Frankreich	101
Deutschland	101
Estland	102
Israel	103
Türkei	103

Multilaterale Zusammenarbeit: EU und NATO	104
<b>Drohnenkrieg</b>	<b>107</b>
Drohnenarten	108
Rascher Anstieg von UAVs in militärischen Beständen	110
Im Kampfeinsatz bei militanten Gruppen	110
Grundlagen der Drohnenabwehr	111
Herausforderungen in der Drohnenabwehr	112
Einzug des technologischen Fortschritts	113
<b>Interview mit Oberst Markus Reisner</b>	<b>114</b>
<b>Anpassung von Doktrin und Taktik</b>	<b>116</b>
Doktrinelle Lücken	117
Mutterschiffe	118
Roboterschwärme	121
Human Machine Teaming	124
Vom Experimentierstadium ins Feld	126
<b>Beispiele bereits erhältlicher Waffensysteme</b>	<b>128</b>
Fliegende Systeme	129
Stationäre Systeme	138
Bodenfahrzeuge	140
<b>Interview mit Prof. Mart Noorma</b>	<b>145</b>
<b>Die Invasion Russlands in der Ukraine</b>	<b>148</b>
Drohneinsatz auf dem vollen militärischen Spektrum	149
Robotische Systeme zu Wasser und zu Land	151
Zivile KI-Technologie im Kriegseinsatz	151
Lehren für die Zukunft	152
<hr/>	
<b>4 Situation für die Schweiz</b>	<b>155</b>
<b>Veränderungen im Bedrohungsumfeld</b>	<b>156</b>
Sicherheitspolitisches Umfeld und Bedrohungslage	157
Risiko der Weiterverbreitung von Technologie für Waffensysteme	158
Folgen des Krieges in der Ukraine	159
Sicherheitspolitische Risiken der künstlichen Intelligenz	160
Drohnen als Bedrohung	161
Das militärische Bedrohungspotenzial wächst	161

<b>Standpunkte des Bundesrates</b>	<b>163</b>
Wunsch nach Berichterstattung und KI-Strategie	164
Steigender Bedarf an Know-how	166
Braucht es eine Regulierung von KI?	167
Umgang mit autonomen Waffensystemen	170
Umgang mit Drohnen	172
KI und Innovation innerhalb des VBS	173
<b>Blick auf die Schweizer Armee</b>	<b>174</b>
Das Potenzial unbemannter Systeme	177
Leitprinzipien und völkerrechtliche Prüfung von Waffen	179
<b>Interview mit KKdt Thomas Süssli, Chef der Armee</b>	<b>182</b>
<b>Interview mit Philippe von Burg</b>	<b>186</b>
<b>Der Wettlauf mit der Technologieentwicklung</b>	<b>189</b>
Übersicht über die Robotik-Landschaft in der Schweiz	190
Zivile Weltklasseforschung in der Robotik	194
Innovationen aus der Industrie	195
Technologieverantwortung im VBS	196
Intensive Zusammenarbeit mit Forschung und Industrie	196
Gemeinsame Strategie in der Sicherheitsrobotik	200
Internationale Kooperationen	201
Offene Kommunikation	202
<hr/>	
<b>Schlusswort von Dr. Thomas Rothacher</b>	<b>204</b>
<hr/>	
<b>Glossar</b>	<b>206</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>212</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>214</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>216</b>
<b>Bildquellenverzeichnis</b>	<b>242</b>

# Roboter und ihre neu gewonnenen Fähigkeiten

## Was macht einen Roboter zum Roboter?



Abb. 5 Roboter bei feinmechanischer Tätigkeit (KI-Bild) <sup>[6]</sup>

*«Es gibt diese Horrorszenarien, dass Roboter superintelligent werden und uns bald ersetzen. Davon sind wir nach meiner Erfahrung beliebig weit entfernt. So komplex diese Systeme auch sind, kreativ und intuitiv gute Lösungen finden können sie nicht.» <sup>[5]</sup>*

*Prof. Roland Siegwart, Schweizer Robotik-Koryphäe, 2019*

**Mit rasanten Fortschritten werden immer vielfältigere, agilere und einfacher einzusetzende Roboter entwickelt. Man neigt dazu, Robotern menschliche Fähigkeiten wie Intelligenz oder kognitives Denken zuzutrauen. Es ist jedoch wichtig zu erkennen, dass bis heute kein System mit solchen Fähigkeiten entwickelt wurde.**

Der Begriff «Roboter»<sup>1</sup> wurde vom Schriftsteller Karel Čapek in einem Stück namens «Rossums Universal Robots» geprägt. Die einfachste Definition von Roboter ist die einer «Maschine, die autonom nützliche Arbeit verrichten kann» oder «ein künstliches Gerät, das gezielt auf seine Umgebung wirkt»<sup>[7]</sup>.

Ein Roboter wird durch drei Merkmale charakterisiert:

1. Seine Sensoren lassen ihn seine Umwelt erfassen.
2. Seine Antriebe (Aktuatoren und Effektoren) lassen ihn physisch auf seine Umwelt einwirken.
3. Seine Fähigkeit, logische Ableitungsprozesse zu vollziehen, lassen ihn auf die erfassten Umweltbedingungen reagieren.

Der serienmässige Einsatz solcher Systeme war lange auf ortsfeste Industrieroboter beschränkt. Diese arbeiten meist in einem abgesicherten Bereich ohne direkten Kontakt zur menschlichen Belegschaft. 2020 waren weltweit über 2,7 Mio. dieser Systeme im Einsatz, davon etwa 580 000 in Europa.<sup>[8]</sup>

### **Zunehmende Vielfalt und Anzahl von Robotern**

Im Folgenden werden die verschiedenen Roboterarten im Hinblick auf ihre Aufgaben kurz zusammengefasst. Eine der grössten Gruppe sind die *Industrieroboter*. Sie werden für vielfältige Aufgaben eingesetzt: Schleifen, Polieren, Schweißen, Beladen von Maschinen, Pipettieren, Schrauben, Montieren, Kleben, Sortieren, Palettieren oder Prüfen der Qualität – um nur eine kleine Auswahl zu nennen.<sup>[9]</sup> Des Weiteren sollen mobile *Service- oder Haushaltsroboter* künftig vermehrt Arbeiten erleichtern – oder diese dem Menschen sogar ganz abnehmen.<sup>2</sup> Laut einer Schätzung der International Federation of Robotics (IFR) wuchs der Markt für professionelle Serviceroboter im Jahr 2020 um 12% mit einem Umsatz von 6,0 auf 6,7 Mia. USD. Wichtige Bereiche sind dabei Transport und Logistik, Reinigung,

1 Vgl. Glossar Roboter, S. 210

2 Vgl. Glossar Autonomie bei Robotern, S. 206

Medizin, Gastgewerbe, Landwirtschaft, Inspektion und Unterhalt sowie das Bau- und Abbruchswesen.<sup>[10]</sup>

Weitere Beispiele von Roboterarten sind kollaborative Roboter, sogenannte *Cobots*, die nicht losgelöst vom Menschen, sondern mit ihm zusammen arbeiten. *Biomimetische* oder *bionische Roboter*, bei denen Phänomene aus der Natur auf die Technik übertragen werden. *Humanoide Roboter*, die möglichst nahe dem menschlichen Vorbild entwickelt werden. *Soziale Roboter*, die dazu da sind, einen Beitrag in der Gesellschaft zu leisten, mit dem Menschen zu kommunizieren, ihn zu beraten oder zu bedienen. *Schwarmroboter*, *Swarmbots*, die sich Prinzipien der Schwarmintelligenz<sup>3</sup> und des Schwarmverhaltens zu Nutze machen. Roboter im Nanometerformat, *Nanobots*, die durch ihre winzige Grösse dereinst medizinische Aufgaben erfüllen könnten. Oder *weiche Roboter*, mit denen weiche Materialien und neue Verfahren getestet und entwickelt werden. Von Robotern mit mechanischen Eigenschaften und physischem Körper sind rein digital agierende Roboter, *Bots*, zu unterscheiden. Diese sind im Technologiefeld Cyber angesiedelt und hier abzugrenzen.

### **Roboter in der Luft, im Wasser, an Land und im Weltall**

In der mobilen Robotik bilden die Fortbewegung, die Navigation und die Kommunikation zusätzliche Herausforderungen. Bei der Fortbewegung müssen sich die Entwicklerteams überlegen, wie sich der Roboter in seiner Umgebung am besten fortbewegen kann. Auf ebenem Gelände können Räder ausreichen, während in unwegsamem Gelände Beine oder Raupen nötig sind. Auch die Energie spielt eine Rolle: Wie erreicht man eine gute Geschwindigkeit, ohne den Energiespeicher (oft eine Batterie) zu schnell zu entleeren? Bei der Navigation geht es darum, dass der Roboter seine aktuelle Position kennt, Hindernisse erkennt und ihnen ausweichen kann und gleichzeitig den besten Weg zum Ziel findet. Schliesslich gilt es bei der Kommunikation sicherzustellen, dass der Roboter stets eine Verbindung zu seiner Steuerungseinheit hat – und zwar zuverlässig, fälschungs- und abhörsicher und über grosse Entfernungen.

Der Aufbau von Robotern besteht häufig aus einer Plattform und der Nutzlast (engl. *payload*). Während die Basisplattform die Fortbewegung und Energieversorgung sicherstellt, werden Nutzlasten für verschiedene Aufgaben eingesetzt (z. B.

3 Vgl. Glossar Schwarmintelligenz, S. 210

## Anfälligkeit von robotischen Systemen

### Fehlfunktionen, Unfälle und Massnahmen des Gegners



Abb. 33 Abgestürzte Drohne (KI-Bild) <sup>[114]</sup>

**«Es steht ausser Frage, dass die Automatisierung ein enormer Segen für die Sicherheit in der kommerziellen Luftfahrt war. Gleichzeitig gab es viele Unfälle, bei denen die Automatisierung als Faktor angegeben wurde.» <sup>[113]</sup>**

Steven Wallace, ehem. Direktor des Büros für Unfalluntersuchung der U.S. Federal Aviation Administration, 2018

**Die Öffentlichkeit interessiert sich für den Fortschritt der Technik ebenso wie für deren Fehlfunktionen. Robotik-Unfälle mit Todesfolgen machen daher weltweit Schlagzeilen. Die zunehmende Automatisierung steht dabei im Zentrum. In der militärischen Robotik besteht zusätzlich eine besondere Herausforderung darin, mit gegnerischen Störversuchen oder Täuschungen gegen eigene Systeme umgehen zu müssen.**

Im Militärbereich zeigen schwerwiegende Vorfälle durch Fehlfunktionen die Risiken von Waffen mit einem hohen Automatisierungsgrad auf.

**1983:** Das Frühwarnsystem der Sowjetunion gegen Angriffe von Nuklearwaffen meldet zweimal den Start von Interkontinentalraketen von Stützpunkten in den Vereinigten Staaten. Der Alarm wird aufgrund von Sonnenlicht, das von den Wolken reflektiert wurde, ausgelöst.<sup>[115]</sup> Dienstoffizier Oberstleutnant Stanislav Petrov identifiziert diese Warnung korrekt als Fehlalarm.<sup>[116]</sup> Bei diesem Vorfall kann ein potenzieller Atomkrieg durch menschliche Kontrolle abgewendet werden.

**1988:** Die USS Vincennes schießt im Persischen Golf irrtümlicherweise ein iranisches Passagierflugzeug ab, das für einen iranischen F-14-Kampffjet gehalten wird (vgl. Abb. 34 ). Alle 290 Passagiere und Besatzungsmitglieder an Bord kommen ums Leben.<sup>[117]</sup>



*Abb. 34 Abschuss eines iranischen Passagierflugzeugs durch die USS Vincennes im Persischen Golf (bildliche Darstellung)*<sup>[119]</sup>

Die Unfallursache war eine Verkettung komplexer Umstände. Durch den Einsatz im semiautomatischen Modus und die Fähigkeit des sogenannten Aegis-Systems, eine Vorauswahl und vor allem Vorabklassifikation der Ziele vorzunehmen, ist der Unfall ein prominentes Beispiel in der Debatte rund um autonome Waffensysteme. Die detaillierten Analysen zum Unfall reichen vom Vorwurf, dass das Problem allein auf Seiten der Menschen lag über die unterschätzte Rolle des Mensch-Maschinen-Interface als Mitfaktor bis hin zur These, dass eine höhere Automatisierung die menschlichen Fehler hätte neutralisieren können.<sup>[118]</sup>

**2003:** Das US-Patriot-Luftverteidigungssystem schießt im Irak fälschlicherweise einen britischen Tornado und einen F-18-Kampfflugzeug der US-Marine ab. Patriot ist ein hochautomatisiertes System und die Ursache für den Unfall eine Mischung aus menschlichen und technischen Fehlern. <sup>[120]</sup>

**2007:** Bei einem Unfall während eines Manövers der südafrikanischen nationalen Verteidigungskräfte tötet eine 35-mm-Flugabwehrwaffe im automatischen Modus neun Soldaten und verletzt weitere vierzehn schwer. <sup>[121]</sup>

**2011:** Eine amerikanische Spionagedrohne des Typs RQ-170 Sentinel wird möglicherweise vom iranischen Militär durch Massnahmen der elektronischen Kriegsführung entführt. Offenbar erkennt die Drohne bei einem Flug über den Iran die Störung der Satellitenkommunikation und des verschlüsselten GPS-Signals nicht als potenziellen Angriff auf das eigene System, sondern bewertet dies lediglich als technisches Problem. Sie landet auf iranischem Boden, weil ihr durch Verfälschung des GPS-Signals (Spoofing) vorgetäuscht wird, dass sich dort ihre Ausgangsbasis befindet. <sup>[122]</sup>

### Unfallrate und Anfälligkeit

Die drei wichtigsten militärischen Drohnen im US-Inventar – Global Hawk, Predator und MQ-9 Reaper – hatten 2012 eine kombinierte Unfallrate von 9,31 pro 100 000 Flugstunden. Sie sind damit etwa dreimal so anfällig wie die Drohnenflotte des US-Militärs insgesamt. Zum Vergleich: Die Unfallrate in der allgemeinen Luftfahrt lag in den 1980er-Jahren auf diesem Niveau. Es entspricht jedoch der Logik technologischer Entwicklung, dass neue Plattformen zu Beginn überdurchschnittlich hohe Unfallraten aufweisen, diese im Laufe der Zeit aber sinken. Beispielsweise fiel nach über einem Jahrzehnt häufigen Einsatzes die Unfallrate der Predator im Jahr 2011 (3,89) unter die der F-16 zu einem ähnlichen Zeitpunkt in ihrer Geschichte. <sup>[123]</sup>

In Paul Scharres Buch «Army of None» bringt es eine Passage gut auf den Punkt: «Menschen haben jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung, Erprobung und dem Betrieb komplexer Systeme für Hochrisikoanwendungen, von Kernkraftwerken über Verkehrsflugzeuge bis hin zu Raumfahrzeugen. Die gute Nachricht ist, dass es aufgrund dieser Erfahrungen ein solides Forschungsfeld zur Verbesserung der Sicherheit und Widerstandsfähigkeit dieser Systeme gibt. Die

# Militärische Robotik im internationalen Vergleich

## Wichtigste Akteure und Staatenvergleich



Abb. 43 Gemeinsame Sichtweise in Europa im Bereich der militärischen Robotik? (KI-Bild) <sup>[197]</sup>

**«Das Hauptproblem besteht darin, eine gemeinsame Sichtweise in Europa zu haben [...]. Denn wir müssen mit den USA, China oder Russland konkurrieren, die riesige Budgets in die Technologie von autonomen Robotern investieren. Aus diesem Grund müssen wir unsere Ressourcen vereinen und keine Alleingänge unternehmen.» <sup>[196]</sup>**

*Ibán García del Blanco, Mitglied des Europäischen Parlaments, 2020*

**Trotz vieler Unsicherheiten besteht im Bereich der militärischen Robotik in den nächsten fünf bis zehn Jahren mit Bestimmtheit ein grosses Entwicklungspotenzial. Grossmächte werden weitere Systeme beschaffen und diese strukturell in ihre Streitkräfte einbetten. Die Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen haben in der AWS-Diskussion nur geringe Fortschritte gemacht. Die Art der Kriegsführung durch zunehmend autonome Systeme verändert sich laufend.**

2022 wurde mit einem Totalvolumen von weltweit 2240 Milliarden USD ein Rekordhoch an Militärausgaben erreicht.<sup>[198]</sup>

Die Integration von Robotik und KI in das militärische Umfeld wird einerseits von leistungsstarken, wohlhabenden Ländern vorangetrieben. Andererseits haben auch die Schwellenländer erhebliche Fortschritte gemacht. Für einen Überblick wird nachfolgend eine Auswahl an Staaten aufgeführt, ohne Anspruch auf Vollständigkeit oder einer Priorisierung in der Reihenfolge. Die US-amerikanischen Trends dienen als Massstab, an dem sich insbesondere Grossbritannien, Israel und China als weitere Technologietreiber orientieren.

Die zwei Top-Konkurrenten in diesem Rüstungswettbewerb sind die Grossmächte USA und China. Sinkende Produktionskosten und die breite Verfügbarkeit der Technologie ermöglichen aber zunehmend auch Kleinstaaten die Entwicklung und Aufrüstung in diesem Bereich.

## USA

Die USA liegen mit 877 Mia. USD (3,5 % des BIP) und einem Anteil von 39 % der weltweiten Militärausgaben im Jahr 2022 nach wie vor an der Spitze dieser Rangliste.<sup>[198]</sup> 2021 wurden 14,1 Mia. USD, also ungefähr 2 % des Budgets des Department of Defence (DoD), in Forschung und Entwicklung investiert.<sup>[199] [200]</sup> Darunter fallen auch militärische Robotersysteme, wobei deren Anteil schwer abschätzbar ist. Bekannt sind Forschungsaktivitäten zu Robotikthemen, beispielweise bei der DARPA oder beim Robotik-Forschungszentrum West Point.<sup>[201]</sup>

Für das Jahr 2023 wurden vom DoD Finanzierungsanträge für UAVs (3,1 Mia. USD) und USV (338,7 Mio. USD) gestellt. Ein expliziter Antrag für Bodensysteme war nicht ausgewiesen.<sup>[201]</sup>

Unbemannte Systeme kommen bei den amerikanischen Streitkräften schon länger zum Einsatz. Ein bekanntes Beispiel sind die MALE-Aufklärungsdrohnen vom Typ MQ-1 Predator<sup>[202]</sup>, die seit 1995 in unterschiedlichen Situationen ein-

gesetzt worden sind. Sie können mit Hellfire-Panzerabwehrraketen auch bewaffnete Einsätze fliegen. Das Nachfolgesystem MQ-9 Reaper<sup>[203]</sup> ist seit 2007 im Einsatz – es wird in erster Linie gegen dynamische Ziele und ergänzend für Aufklärungsaufgaben eingesetzt.

In der Beschaffung befinden sich beispielsweise die unbemannten Systeme MQ-4 Triton für die maritime Überwachung und Aufklärung, von welchen die U.S. Navy die erste Tranche 2023 erhalten hat.<sup>[204]</sup> Oder die MQ-25 Stingray, die als erstes grosses unbemanntes System ab 2026 auf US-Flugzeugträgern zur Luftbetankung anderer Flugzeuge eingesetzt werden soll.<sup>[205]</sup>

Kleine Drohnen für den Einsatz auf dem Gefechtsfeld werden mittlerweile für alle Teilstreitkräfte beschafft.<sup>[206]</sup> Um die Technologie der kleinen, kommerziellen UAVs rasch zu prüfen und zu skalieren, pflegt das Blue UAS Program eine Liste von Systemen, die gemäss den Kriterien des Verteidigungsministeriums für den Einsatz geeignet sind.<sup>[207]</sup>

Das Skyborg Program des Air Force Research Laboratory entwickelt Kampfdrohnen als Ergänzung zu bemannten Kampfflugzeugen, genannt *Loyal Wingman*.<sup>[208]</sup> 2020 wurden dazu Verträge mit zehn Lieferanten abgeschlossen, mit einem globalen Kostendach von 400 Mio. USD.<sup>[209]</sup>

Im Rahmen des Programms Robotic Combat Vehicle (RCV) will die U.S. Army drei Typen unbemannter Kampffahrzeuge entwickeln. Die kleinste (light) Variante soll mit einem Gewicht von maximal 10 Tonnen noch mit Helikoptern transportierbar sein. Für die grösste (heavy) Variante mit einem Gewicht zwischen 20 und 30 Tonnen wird für den Lufttransport ein Flugzeug wie die C-17 benötigt. Für dieses Entwicklungsprojekt sind im Budget 2024 gut 140 Mio. USD vorgesehen.<sup>[210]</sup>

Angesichts des steigenden geopolitischen Drucks durch den strategischen Herausforderer China wird diesen Investitionen und Entwicklungen besondere Bedeutung zugeschrieben. Sie sollen die militärische Überlegenheit der USA langfristig sichern. Die USA gelten sowohl als Vorreiter als auch als Treiber der Entwicklung zunehmend automatisierter Waffensysteme. Der langjährige Trend zeigt deutlich auf, dass sie auch als wesentliche Wegbereiter für noch autonomere Waffensysteme anzusehen sind.<sup>[81]</sup>

# Veränderungen im Bedrohungsumfeld

## Die Kehrseite der Technologie



Abb. 76 Drohnenschwarm vor dem Matterhorn (KI-Bild) <sup>[393]</sup>

**«Wir haben massive Lücken in unseren Verteidigungsfähigkeiten. Eine dieser Lücken ist das operative Feuer, mit dem wir in die Tiefe wirken können. Wie wichtig das ist, sehen wir in der Ukraine.»** <sup>[392]</sup>

Ständerat Thierry Burkart, Präsident FDP, 2023

**Bei der für das 21. Jahrhundert zu erwartenden breiten Einführung robotischer Systeme handelt es sich zwar eher um eine Kulmination langandauernder Entwicklungsanstrengungen als um einen unvermittelten Entwicklungsschub.<sup>[394]</sup> Dennoch ist nicht von der Hand zu weisen, dass sich das Bedrohungsumfeld der Schweiz auch aufgrund dieser Technologieentwicklung verändert.**

Die sicherheitspolitischen Bedrohungen und Herausforderungen für die Schweiz sind breit und komplex. Der nachfolgende Fokus auf den Kontext der Technologieentwicklung im Bereich KI und der Robotik ist eine verengte Sichtweise. Sie soll aber genau dazu dienen, diese Aspekte zu beleuchten.

Der Bericht des Bundesrates zur Sicherheitspolitik 2021 hat den technologischen Fortschritt als einen der globalen Trends mit sicherheitspolitischer Relevanz ausgewiesen. Er weist auf die zunehmende Bedeutung von KI und Automatisierung hin.<sup>[395]</sup>

### **Sicherheitspolitisches Umfeld und Bedrohungslage**

Gemäss dem Bericht ist auf jeden Fall «mit einer eingeschränkten Handlungsfreiheit bei der Auswahl und Beschaffung von neuen Technologien zu rechnen, wie der Zwist um die Nutzung von chinesischen Technologien durch westliche Staaten bereits zeigt».<sup>[395]</sup> Insgesamt hat die Schutzwirkung des geografischen und politischen Umfelds der Schweiz in den vergangenen Jahren abgenommen (vgl. Abb. 77).<sup>[395]</sup> Die wesentlichen Änderungen in der Bedrohungslage der Schweiz fasst der Bericht wie folgt zusammen: «Zugenommen haben insbesondere Bedrohungen hybrider Art, so etwa aus dem Cyber- und Informationsraum durch Spionage, Beeinflussungsaktivitäten und digitale Kriminalität. Technologische Entwicklungen und die Erosion von Rüstungskontrollinstrumenten erhöhen die Proliferationsrisiken und das Missbrauchspotenzial von Technologien, die in der Schweiz erforscht oder hergestellt werden. Die Bedrohungen durch Terrorismus und organisierte Kriminalität bleiben bestehen. Die zunehmende gesellschaftliche Polarisierung kann zur Verschärfung der Bedrohung durch gewalttätigen Extremismus beitragen. Die Schweiz sieht sich derzeit keiner direkten Bedrohung durch einen direkten militärischen Angriff gegenüber; eine solche könnte sich jedoch im Verlauf einer militärischen Konfrontation zwischen der NATO und Russland ergeben. Im Vordergrund stünden in einem solchen Fall wahrscheinlich der Einsatz von Präzisionswaffen, Sonderoperationskräften sowie Cyberattacken auf

militärische und zivile Ziele. Die Schweiz, ihre Bevölkerung und ihre Lebensgrundlagen können aber auch bei bewaffneten Konflikten an der Peripherie Europas auf vielfache Art betroffen sein.»<sup>[395]</sup>



Abb. 77 Mögliche Bedrohungen für die Schweiz<sup>[396]</sup>

### Risiko der Weiterverbreitung von Technologie für Waffensysteme

Der Bundesrat stellt in seinem Bericht weiter fest, dass die Schweiz als innovativer Forschungs- und Industriestandort vom Risiko der Weiterverbreitung von Technologie für hochtechnologische Waffen betroffen ist. Sie müsse deshalb weiterhin Massnahmen umsetzen, um eine solche Proliferation zu verhindern. «Die Schweizer Industrie verfügt über Fähigkeiten in den Materialwissenschaften, die z. B. für die Entwicklung von Hyperschallwaffen wichtig sind. Robotik und zivile Drohnenentwicklung in der Schweiz können fremden militärischen Entwicklungen zudienen. Präzisionsinstrumente gehören seit je zu den Kernkompetenzen der Schweizer Wirtschaft. Um Zugang zu Technologie zu erhalten, beschaffen ausländische Staaten nicht nur einzelne Güter, sondern kaufen Technologieträger auf oder bieten Schweizer Hochschulen attraktive Kooperationsabkommen an. Dabei kann es auch dazu kommen, dass dies für Entwicklungen genutzt wird,