



③ ↑ UNSICHTBARKEIT



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

armasuisse



Bundesamt für Rüstung
armasuisse Wissenschaft und Technologie
Forschungsmanagement und Operations Research
Feuerwerkerstrasse 39, CH-3602 Thun

Übersetzung: Apostroph Group - www.apostrophgroup.ch

ISBN: 978-3-9525653-8-4

Kontakt: quentin.ladetto@armasuisse.ch

UNSIICHTBARKEIT

ÜBUNGSHEFTE

für die Antizipation von Disruptionen

Deftech, das Technologiefrüherkennungsprogramm von armasuisse Wissenschaft und Technologie, hat zum Ziel, für die Verteidigung der Schweiz disruptive Anwendungen zu antizipieren.

Diese Vorwegnahme stützt sich auf ein Verständnis der Technologien und ihrer kombinierten Entwicklungen. Die daraus entstehenden Auswirkungen und ihre verschiedenen möglichen Anwendungen für die Bewältigung von Herausforderungen, müssen erkannt werden. Dazu ist auch die Betrachtung verschiedener Zukunftsszenarien und die Überlegung zu den Ausgangslagen notwendig, in denen diese Technologien weiterentwickelt werden könnten.

Die Hefte von *deftech.exploration* sind Teil dieses Ansatzes. Sie kombinieren die Erkundung der Zukunft mit dem Verständnis der verschiedenen Technologiebereiche sowie der damit zusammenhängenden Themen oder ihres Zusammenlaufens.

Alle Hefte sind gleich aufgebaut. Sie finden darin eine Präsentation der Technologie, die Neuigkeiten zum Thema und kurze zukunftsorientierte Erzählungen. Zu diesen verschiedenen Elementen kommen Übungen, mit denen Sie die verschiedenen Facetten der Technologiebereiche sowohl erkunden, als auch einen Blick in die Zukunft werfen können. Mit dem Standardformat A4 können sie sowohl in einer Druckerei ausgedruckt und gebunden als auch im Büro ausgedruckt werden.

Die in den Heften bereiste Zukunft kann mit den Übungen zwar im Alleingang erkundet werden, die Übungen eignen sich aber auch für die Arbeit im Team während eines Workshops.

Unsichtbarkeit

Auf dem Schlachtfeld unsichtbar zu sein, hat einen gewissen Reiz, aber heute ist es legitim, sich die Fragen zu stellen: ob man in Bezug auf welchen Sensortyp, in welchem operativen Bereich, in welcher Situation unsichtbar sein kann! Ist es möglich, im gesamten elektromagnetischen Spektrum von den Bildschirmen zu verschwinden?

Es ist sehr wahrscheinlich, dass wir mit der technologischen Entwicklung gezwungen sein werden, uns für eine vorübergehende gewünschten Effekts ist. Ob Tarnung, Verschleierung oder Täuschung, die Herausforderungen sind vorhanden und der Einfallsreichtum, mit dem sie gelöst werden können, machen sie zu einem spannenden Gebiet. Wir hoffen, mit diesem Heft eine Einführung und einen Überblick über die verfolgten Forschungs- und Innovationsansätze zu geben.

Viel Spass beim Lesen, oder besser gesagt, beim Erkunden!



Quentin Ladetto

Leiter Technologiefrüherkennung
armasuisse Wissenschaft und Technologie

WAS IST UNSICHTBARKEIT?

1

Die Unsichtbarkeit eines Gegenstands oder eines Menschen hängt vom Betrachter ab. Je nachdem, ob es sich dabei um ein Lebewesen oder eine Maschine handelt, bestehen Unterschiede.

UNSICHTBARKEIT IST AN EINEN BETRACHTER GEBUNDEN

Der Betrachter ist ein Lebewesen

Seine Augen, seine Ohren, seine Nase, seine Sensorik nehmen die Anwesenheit eines Objekts nicht wahr.

→ NEWS
NEWS

Unsichtbar für Mücken

Das kalifornische Unternehmen *ieCrowd* entwickelt ein Material, das Menschen für Mücken unsichtbar machen soll. Dabei handelt es sich um ein Patch – eine Art Aufkleber, der auf der Kleidung angebracht wird. Die Trägerin oder der Träger soll dadurch 48 Stunden lang für Mücken unsichtbar werden.

Mücken orten Menschen anhand des Kohlendioxids, das diese ausströmen. Die Wirkstoffe im Patch hemmen jedoch die Geruchsorgane der Mücke. Da sie das nicht mehr wahrnehmen kann, sticht sie nicht mehr.

Diese Lösung ist in erster Linie für die Bevölkerung von Malariagebieten gedacht.

Der Betrachter ist eine Maschine

Radar, Kameras und andere Geräte nehmen die Anwesenheit einer Person oder eines Gegenstands nicht wahr.

Radarsysteme sind aktive oder passive Maschinen.

➔ Aktives Radar

Ein aktives Radar erkennt ein Ziel, indem es elektromagnetische Wellen aussendet und ein Echo empfängt, wenn diese Wellen auf ein Hindernis treffen. Anhand der Zeit, die zwischen dem Senden der Wellen und der Rückkehr des Echos vergeht, lässt sich die Position des erkannten Gegenstands ermitteln.

➔ Passives Radar

Ein passives Radar sendet selbst keine Wellen aus. Vielmehr nutzt es die Wellen, die von Radio- und Fernsehsendern sowie Mobilfunknetzen ausgestrahlt werden.

Diese Wellen werden reflektiert, sobald sie auf ein Hindernis (etwa ein Flugzeug oder ein Schiff) treffen, und dann vom Empfänger des passiven Radars erfasst.

Da es sich nur um ein Ortungsgerät handelt, kann ein passives Radar nicht entdeckt werden. Es funktioniert aber nur, wenn es in der Nähe genügend Sender gibt, die Wellen ausstrahlen, und die empfangenen Signale stark genug sind.

Flucht vor Radar

Am 11. Februar 2015 wird der Franzose *Yoann Barbereau* Opfer eines «Kompromats». Mit diesem russischen Begriff wird kompromittierendes Material bezeichnet, das echt oder gefälscht sein kann und verwendet wird, um eine Person zu diskreditieren. Daraufhin wird er inhaftiert.

Am 11. September 2016 entzieht er sich der Überwachung, indem er seine elektronische

NEWS
NEWS



Fessel in Aluminium hüllt. Die ausgesendeten Wellen werden reflektiert und durch das Aluminium abgeschirmt. Der Empfänger fängt kein Signal mehr auf und Barbereau ist für die Radargeräte nicht mehr sichtbar.

So gelingt es ihm, aus dem Gefängnis auszubrechen und im Verlauf von zweieinhalb Jahren über eine Strecke von 8'000 km nach Frankreich zu fliehen.

Beobachtungsgeräte werden immer leistungsfähiger

Mit dem James-Webb-Weltraumteleskop schauen wir über das hinaus, was die Menschheit bisher gesehen hat.

«Der Mensch ist das Mass aller Dinge», glaubte der antike griechische Philosoph Protagoras zu seiner Zeit.

Doch der wissenschaftliche Fortschritt hat sehr schnell gezeigt, dass die von uns wahrgenommene Welt um uns herum nur ein kleiner, sehr unvollständiger Einblick in das ist, was uns wirklich umgibt. Daneben existieren Welten des unvorstellbar Grossen bis hin zum unvorstellbar Kleinen, die sich unserer Wahrnehmung entziehen.

Mit neuen technologischen Entwicklungen geben diese Welten ihre Geheimnisse preis.

➔ Unvorstellbar klein

Die Erfindung der Lupe wird Roger Bacon zugeschrieben, einem gelehrten Mönch, der im 13. Jahrhundert lebte.

Heute betrachten wir das unvorstellbar Kleine durch Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskope. Sie ermöglichen es, Flächen mit einer Genauigkeit von bis zu einem Ångström zu kartografieren.

➔ Unvorstellbar gross

Das im Dezember 2021 gestartete James-Webb-Weltraumteleskop betrachtet das Weltall aus 1,5 Millionen km Entfernung von der Erde. «Wir schauen über das hinaus, was die Menschheit bisher gesehen hat», erklärte der NASA-Chef Bill Nelson.

SATELLITEN HELFEN UNS, DAS UNSICHTBARE ZU SEHEN

In der Fernerkundung wird reflektiertes Licht genutzt, um physikalische, biologische und sogar chemische Eigenschaften eines Gebiets zu überwachen. Dank dieser Technik ist es möglich, Dinge zu sehen, die normalerweise unsichtbar wären.

Der Satellit Sentinel-5P, der im Rahmen des Copernicus-Programms der ESA in den Weltraum geschickt wurde, ist mit einem Spektrometer ausgestattet, das die Luftverschmutzung misst. Dadurch kann er Veränderungen erkennen, die auf der Erde fast unsichtbar sind.

Mit zunehmend hoher Auflösung wird es in Zukunft möglich sein, Felder aus dem Weltraum zu überwachen.

Dr. Valentina Tamburello, Universität Zürich, RSL, NPOC

DAS SAGT DER EXPERTE



Technologie kann auch die Fähigkeiten menschlicher Betrachter weiterentwickeln.

NEWS NEWS



Im Dunkeln sehen

Einem Forschungsteam der *Universität für Wissenschaften und Technologie in Hefei* (China) ist es gelungen, Mäusen Infrarot-Sicht zu ermöglichen. Den Mäusen wurden sogenannte Upconversion-Nanopartikel injiziert, die Infrarot-Photonen in Photonen des sichtbaren Spektrums umwandeln. Diese Nanopartikel hefteten sich an die Fotorezeptoren des Auges. Den Forschenden zufolge könnte dieses Verfahren auch bei Menschen angewendet werden.

2038 FIKTION



Auf der Jagd

➔ Seitdem Max Infrarot-Sicht ermöglicht wurde, sieht er nachts ebenso gut wie tagsüber. Jetzt möchte er gerne für Jäger unsichtbar werden, die ihn dazu veranlassen wollen, für sie wilde Tiere im Wald aufzuspüren.

In Zukunft wird jeder für 15 Minuten unsichtbar sein!

«In Zukunft wird jeder für 15 Minuten weltberühmt sein», schrieb Andy Warhol 1968.

Ein gutes halbes Jahrhundert später könnte die Herausforderung eher darin bestehen, eine Viertelstunde lang unsichtbar zu werden. Angesichts der zahlreichen Überwachungssysteme ist das gar nicht so einfach.

Vom Himmel aus gesehen

Heute können die Menschen mithilfe von Satelliten beobachtet werden. Die Satelliten machen Fotos von der Erde, um das Klima und die Umwelt zu überwachen und um Kommunikation und Navigation sowie zahlreiche andere Anwendungen zu ermöglichen.

Die Qualität der Auflösung reicht allerdings noch nicht aus, um einzelne Personen zu unterscheiden. Doch in Anbetracht der rasanten Entwicklung der Technologie könnte dies schon in naher Zukunft der Fall sein. Dann könnten Satellitenbilder mit einer digitalen Datenbank verknüpft werden.

Ausserdem ist es möglich, Personen mit Kameras zu beobachten, die in Drohnen oder Flugzeugen installiert sind.

Bitte lächeln

– Sie werden identifiziert

Überwachungskameras sind im öffentlichen Raum allgegenwärtig. Von grossen Metropolen bis hin zu den kleinsten Dörfern, von Lagerhallen bis hin zu Supermärkten sind sie überall anzutreffen. Auf der Erde findet man kaum noch Orte, die nicht von Kameras überwacht werden.

In China sind über 600 Millionen Überwachungskameras installiert. Die chinesische Regierung hat in die Massenüberwachung investiert. Das Land stützt einen Grossteil seines Sozialkredit-Systems auf sein Netz von Kameras. Wer gegen die Normen verstösst, kann mit einem Reiseverbot bestraft werden!

Die Leistungsfähigkeit von Überwachungskameras übertrifft heute diejenige des menschlichen Auges. Sie sind mit künstlicher Intelligenz ausgestattet, mit der sie alle Arten von Daten und insbesondere Gesichter analysieren können.

In London und anderen Grossstädten wird «Urban Make-up» zur neuen Mode. Wer sein Gesicht auf eine bestimmte Art mit lebhaften Farben und geometrischen Mustern schminkt, kann die Algorithmen der Gesichtserkennung täuschen und so verhindern, erfasst und später identifiziert zu werden.

Kameras können auch mit einer Infrarot-LED-Lampe an der Kopfbedeckung ausgetrickst werden.

Störsysteme lösen einen Blitz aus, wenn ein Radargerät versucht, ein Auto beim Überfahren einer roten Ampel zu blitzen.



NEWS NEWS

Ein Tarnanzug gegen Überwachungskameras

Chinesische Studierende haben unter dem Namen *InvisDefense* Kleidung entwickelt, mit der man für Kameras «unsichtbar» wird. Durch einen Algorithmus erzeugte Tarnmuster täuschen die Kameras. Nachts tricksen integrierte thermische Geräte die Infrarot-Sensoren aus.

InvisDefense kostet nur 500 Yuan (71 US-Dollar) der Tarnanzug ist also durchaus erschwinglich für alle, die das Massenüberwachungssystem täuschen wollen.

Die Studierenden haben angekündigt, ihre Forschungen in Zukunft ambitionierteren Unsichtbarkeitsprojekten – wie Fahrzeugen oder anderen Gegenständen – zu widmen. Doch bevor ein Batmobil oder ein unsichtbarer Jet das Licht der Welt erblickt, wollen sie andere Arten von Kameras umgehen, etwa von Satelliten oder Fernerkundungsgeräten.

2038 FIKTION

Das unsichtbare Auto

➔ Max hat sein Auto mit einem Mantel überzogen, der es für Radargeräte unsichtbar macht. Er ist sehr stolz darauf, dass er innerorts mit hoher Geschwindigkeit fahren kann, weil er nun nicht mehr mit einer Busse rechnen muss. Dass er nicht mehr Auto fährt, seit andere es ihm nachgemacht haben, erwähnt er nicht.

Die Wanze in unserer Tasche

Wer unsichtbar werden will, muss auch die Wanze ausschalten, die wir alle in der Tasche mit uns führen. Unser Smartphone zeichnet auf, was wir tun und wo genau wir uns befinden. Wir müssen auf den Komfort verzichten, den uns die Technologie bietet.

Obendrein müssen wir darauf achten, was andere in unserer Umgebung tun. Sie machen schnell einmal ein Foto. Bevor wir reagieren können, ist der Schnappschuss schon den Algorithmen der sozialen Netzwerke ausgeliefert. Damit sind alle unsere Bemühungen um Diskretion null und nichtig.

NEWS NEWS

Telefone töten

Die Silvesternacht 2022 verwandelte sich in ein Blutbad an Hunderten von russischen Soldaten, die für den Krieg in der Ukraine mobilisiert worden waren. Zwischen 89 und 400 Soldaten, die Neujahr feierten, kamen bei einem Beschuss durch ukrainische Artillerie ums Leben.

Ihr Standort wurde durch die satellitengestützte Ortung ihrer Smartphones entdeckt, weil sie diese massiv genutzt hatten, um ihre Angehörigen anzurufen.



Unsichtbar telefonieren mit einer Maske

Das französische Start-up Skyted hat eine schallabsorbierende Maske entwickelt, um in der Öffentlichkeit leise und sicher telefonieren zu können.

2038 FIKTION

Make-up zum Sperren und Entsperren

➔ Virta hat endlich einen Weg gefunden, um sich unsichtbar zu machen. Sie schminkt sich mit Nanokomponenten, die eine Erkennung verhindern. Seitdem muss sie sich immer erst zwanzig Minuten lang abschminken, um ihr Telefon entsperren zu können.

NEWS →

NEWS

Unsichtbar sprechen

Nutzerinnen und Nutzer sozialer Medien greifen immer häufiger auf Codewörter, Emojis und absichtliche Tippfehler zurück. Der sogenannte «Algospeak» trickst künstliche Intelligenz aus und verhindert, dass die für die Moderation von Anwendungen zuständigen Personen Inhalte löschen.

↘ 2038 FIKTION

Überwachungs- drohne

➔ Seitdem ihr Vater etwas verwirrt ist, hat Melinda in eine Überwachungsdrohne investiert, die ihm folgt, sobald er das Haus verlässt. Doch seit einigen Tagen macht sie sich Sorgen. Die Drohnen sind in den Krieg gezogen, und nun ist ihr Vater unsichtbar.

Verschwenden

Wir schreiben das Jahr 2050.
Ihre Herausforderung besteht
darin, unsichtbar zu werden.

Da es in der Stadt nur so wimmelt vor Radargeräten, Überwachungskameras, Sensoren und künstlicher Intelligenz, die alle Daten erfassen, wird die Sache kompliziert.

- 1 Geben Sie an, warum Sie unsichtbar werden wollen und wie lange Sie unsichtbar bleiben möchten.

Denken Sie über neue soziale und politische Gegebenheiten oder (und) umwälzende Technologien nach.

Beispiel: Die Stadt wurde privatisiert. Um bestimmte Quartiere betreten zu können, brauchen Sie einen Pass. Ihnen fehlt aber das nötige Geld.

- 2 Überlegen Sie sich, mit welcher Kombination von Mitteln Sie Ihr Ziel erreichen können.

Beispiel: Sie verwenden Algospeak, damit die künstliche Intelligenz Ihre Nachrichten nicht versteht. Sie schlüpfen in ein Bärenfell und gehen auf allen Vieren.

PS: TRAUEN SIE SICH RUHIG, ÜBER DINGE NACHZUDENKEN, DIE SIE INS ABSURDE FÜHREN. UNTER DEN ZAHLREICHEN IDEEN WERDEN GANZ SICHER EINIGE PERLEN ZU FINDEN SEIN.

- 3 Sammeln Sie alle von den Teilnehmenden vorgeschlagenen Mittel.

Verwenden Sie diese, um einen Prototypen der Unsichtbarkeit für den Soldaten von Morgen zu entwickeln.
Überlegen Sie, wo seine Grenzen liegen.



① →

② →

③ →

Unsichtbarkeit ist im Bereich der Science-Fiction ein immer wieder anzutreffendes Motiv, das in Romanen, Filmen, Fernsehserien und Videospielen auf vielfältige Weise dargestellt wurde. Sie wird als übermenschliche Fähigkeit oder technologisches Gadget dargestellt, das es einer Person oder einem Gegenstand ermöglicht, unsichtbar zu werden.

Unsichtbare Heldinnen und Helden sind mächtige, geheimnisvolle Figuren, die ihre Fähigkeit, sich unsichtbar zu machen, zum Schutz anderer oder im Kampf gegen das Böse einsetzen.

Um unsichtbar zu werden, verwenden sie verschiedene Mittel. Einige Beispiele:

Gegenstände

Der Herr der Ringe (J.R.R. Tolkien) besitzt einen Zauberring, der den Träger unsichtbar macht.

Harry Potter (J.K. Rowling) erhält einen Tarnumhang.

In *Star Trek* sind es Tarnanzüge.

Spider-Man (Marvel) besitzt neben seiner Kleidung die Fähigkeit, das Licht zu brechen. Er verschmilzt mit seiner Umgebung.

Zaubertränke

Der Unsichtbare (H.G. Wells) entwickelt eine wissenschaftliche Formel, dank der er sich unsichtbar machen kann.

In *Wilhelm Storitz' Geheimnis* (Jules Verne) verwendet die Hauptfigur einen von seinem Vater zusammengebrauten Unsichtbarkeitstrank, um sich an der Familie des jungen Mädchens zu rächen, das er heiraten wollte.

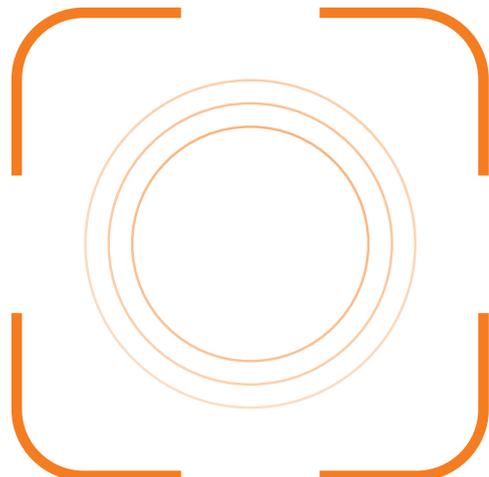
Übermenschliche Fähigkeiten

Mister Fantastic (Marvel) kann sich unsichtbar machen, indem er seinen Körper streckt.

Ant-Man besitzt die Fähigkeit, zu schrumpfen und für das bloße Auge unsichtbar zu werden.

Martian Manhunter (DC) kann seine Form ändern, fliegen und sich regenerieren. Er macht sich unsichtbar, indem er dafür sorgt, dass die Biopolymere in seinem Körper kein Licht mehr reflektieren.

Sue Storm oder *Sue Richards*, die erste weibliche Heldenfigur von Marvel, kann nicht nur unsichtbar werden, sondern sich auch durch feste Gegenstände hindurchbewegen.





Die unsichtbaren Superhelden

Sie sind eine Superheldin oder ein Superheld. Ihre besondere Fähigkeit ist die Unsichtbarkeit.

- 1 Definieren Sie Ihre Unsichtbarkeit.
Wie gehen Sie vor, um unsichtbar zu werden?
Was können Sie tun, wenn Sie unsichtbar sind?
Wo stösst Ihre Fähigkeit an ihre Grenzen?

Lassen Sie Ihrer Kreativität ruhig freien Lauf. Schliesslich sind Sie nicht jeden Tag eine Superheldin oder ein Superheld! Stellen Sie sich Ihre Unsichtbarkeit als eine übermenschliche Fähigkeit vor, die es so noch nicht gegeben hat.

Beispiele: Sie können sich unvorstellbar klein machen. Ihr Körper verschmilzt mit der Umgebung. Sie machen andere blind.

- 2 Sie haben die Fähigkeit, sich für eine Minute, eine Stunde oder 24 Stunden unsichtbar zu machen. Erzählen Sie, wie Sie diese Fähigkeit in diesen unterschiedlichen Zeitspannen einsetzen werden.
- 3 Tauschen Sie sich über Ihre Unsichtbarkeitserfahrungen aus und erarbeiten Sie gemeinsam einen Ethikkodex für Unsichtbarkeit. Dazu gehört natürlich auch die Unsichtbarkeit gegenüber dem Feind.



①



②



③



UNSIHTBAR WERDEN

2

MIT DEM LICHT SPIELEN

Gegenstände oder Personen sind sichtbar, weil sie das auf ihre Oberfläche fallende Licht streuen. Unsichtbar sein bedeutet, mit dem Licht spielen zu können.

Ein Gegenstand ist sichtbar, weil er das auf seine Oberfläche fallende Licht streut. Er reflektiert, überträgt oder strahlt Licht aus.

➔ **Ein Gegenstand ist nur dann für das menschliche Auge sichtbar, wenn er ...**

- beleuchtet wird und das vom Auge aufgenommene Licht reflektiert;
- Licht ausstrahlt (zum Beispiel eine Lampe oder ein Stern);
- durchsichtig ist, aber von einer dahinter befindlichen Lichtquelle beleuchtet wird.

➔ **Um Licht aufzunehmen, muss ...**

- das Auge so ausgerichtet sein, dass das vom Gegenstand ausgehende Licht in die Pupille einfallen kann. Das Auge ist ein Empfänger, der Licht in Nervenströme umwandelt, die über den Sehnerv ins Gehirn geleitet werden. Das Gehirn wertet die Botschaften aus und setzt ein Bild zusammen;
- die vom Gegenstand ausgehende Lichtmenge ausreichend sein;
- genügend Abstand zwischen dem Auge und dem Gegenstand vorhanden sein, um Licht durchzulassen.

In vollkommener Dunkelheit sind Personen und Gegenstände für das menschliche Auge unsichtbar. Für ein «Auge», das die elektromagnetische Strahlung von Gegenständen sieht, gilt das allerdings nicht.

UNSIHTBARKEITSFORSCHUNG

Die Unsichtbarkeitsforschung konzentriert sich auf die Manipulation des Lichts. Das Ziel besteht dabei nicht darin, einen Gegenstand unsichtbar zu machen, sondern ihn aus dem Sichtfeld von Menschen und dem Erfassungsbereich von Maschinen verschwinden zu lassen.

Unsichtbarkeit durch Reflexion

Unsichtbarkeit durch Reflexion bedeutet, dass die Illusion erzeugt wird, ein Gegenstand sei unsichtbar, indem die Lichtwellen umgelenkt werden.



DAS SAGT DER EXPERTE



EIN SCHILD, DER UNSICHTBAR MACHT

Der Unsichtbarkeitsschild *HyperStealth* besteht aus einem dünnen, leichten und durchsichtigen Material.

Er basiert auf einem doppelseitigen, versetzten Linsenraster. Der negative Brechungsindex des Schildes erzeugt eine Unsichtbarkeit mit grosser Bandbreite, indem er kurzwelliges ultraviolettes oder infrarotes Licht umlenkt. Er blockiert Wärmesignaturen und macht damit Personen für das blosse Auge und für Lasererkennungsgeräte und LIDAR-Systeme unsichtbar.

Im militärischen Bereich wird HyperStealth zur Tarnung von Verteidigungsmaterial und -personal eingesetzt. In vielen kriegerischen Auseinandersetzungen werden Drohnen zur Erkennung von Zielen verwendet. Doch der HyperStealth-Schild macht diese unsichtbar. Mit dem Schild geschützte Drohnen können nicht entdeckt werden.

HyperStealth arbeitet inzwischen an der dritten Version des Schildes, der auf der Verwendung von Quantenwellen basiert.

Guy Cramer, Präsident und CEO der HyperStealth Biotechnology Corporation





Unsichtbarkeitsszenarien

2028.

Der Unsichtbarkeitsschild ist sowohl starr als auch flexibel. Es gibt verschiedene Einsatzmöglichkeiten.

1 → Ein Pilot springt über feindlichem Gebiet ab. Sein Fallschirm aus unsichtbar machendem Material macht seinen Fall unerkennbar. Er deckt sich mit dem Fallschirm zu. Für den Feind unsichtbar, wartet er auf Rettung.

2 → Eine Landung in gegnerischem Gebiet ist geplant. Die Soldaten tragen Anzüge, die sie unsichtbar machen. Sie dringen unbemerkt in die Verteidigungsanlagen ein.

3 → Flugzeuge sind in unsichtbaren Hangars untergebracht. Dadurch sind sie für Spionagesatelliten, Drohnen oder Kameras von Überwachungsballons zu jeder Tages- und Nachtzeit unsichtbar.

4 → Ein U-Boot ist mit dem unsichtbar machendem Material verkleidet. So bleibt es an der Meeresoberfläche verborgen und kann unbemerkt sein Periskop ausfahren.

5 → Soldaten können unbemerkt in Gebäude eindringen.

6 → Panzer sind unsichtbar. So bemerkt der Feind nicht, dass er umzingelt ist.

7 → Ein Scharfschütze kann sich seinem Ziel nähern. Er kann auf offenem Gelände vorrücken.

2050.

Unsichtbarkeitsschilde werden industriell zu einem erschwinglichen Preis hergestellt.

- ① Denken Sie sich jeweils fünf Szenarien für Einsätze im zivilen und militärischen Bereich aus.

Sie haben einen Zeitsprung gemacht. Stellen Sie sich eine Welt und Armeen vor, die sich weiterentwickelt oder gar radikal verändert haben.

- ② Erstellen Sie eine Karte mit den zukünftigen Einsatzmöglichkeiten dieses Unsichtbarkeitsmaterials und gruppieren Sie diejenigen, die sich ähneln oder die Sie für denselben Sektor vorschlagen.

Beschreiben Sie jeweils die Stärken und Grenzen der Unsichtbarkeit.





NEWS

Klein, aber mega-unsichtbar

Wissenschaftler des Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab) des US-Energieministeriums (Department of Energy, DOE) und der University of California, Berkeley, haben einen ultradünnen Tarnumhang entwickelt, der sich der Form eines Gegenstands anpasst.

Dieses «Microcape» ist mit Gold-Nanoantennen bedeckt. Der Umhang ist nur gerade 80 Nanometer dick. Er kann durch Umschalten der Polarisation ganz einfach aktiviert oder deaktiviert werden.

Mit dem Umhang lassen sich derzeit Gegenstände von der Grösse einer Zelle unsichtbar machen. Den Wissenschaftlern zufolge können die entwickelten Prinzipien eines Tages auch auf grössere Gegenstände angewendet werden.

Unsichtbarkeit durch Lichtbrechung

Bei der Unsichtbarkeit durch Lichtbrechung wird das Licht nach hinten gebrochen, das heisst im entgegengesetzten Winkel zu demjenigen, mit dem es in das Material eingefallen ist.

Dies funktioniert, wenn das Material einen negativen Brechungsindex hat.

Der Gegenstand muss ebenfalls einen Brechungsindex haben, der identisch mit demjenigen seiner Umgebung ist oder diesem sehr ähnelt.



Thermische Unsichtbarkeit

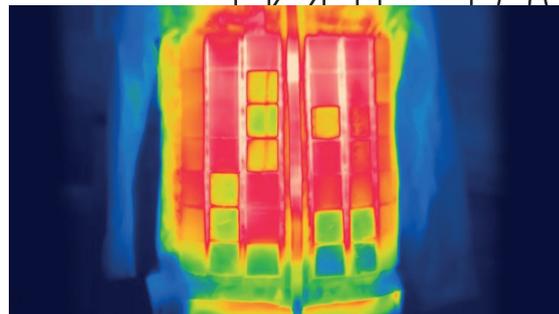
Die Bekleidungsmarke *Vollebak* hat eine Thermo-Jacke entwickelt, die unsichtbar macht.

Der Prototyp enthält 42 Graphen-Patches, die jeweils aus rund hundert Graphenschichten bestehen. Jeder Patch ist mit Gold- und Kupferfäden verbunden und wird über einen in die Jacke integrierten Mikrocontroller programmiert.

Durch Anlegen einer elektrischen Spannung an die Patches werden Ionen zwischen die Graphenschichten gedrückt. Je mehr Ionen vorhanden sind, desto weniger Wärmestrahlung gibt der Patch ab und desto kälter erscheint er. Wenn die Anzahl der Patches erhöht und ihre Grösse reduziert wird, können sie von einer Wärmekamera möglicherweise nicht mehr erfasst werden.

Theoretisch ist die Jacke nicht auf das Infrarotspektrum beschränkt. Nach Angaben der Forscher wird es mit ausreichend Energie möglich sein, die Farbe des Graphens im sichtbaren Spektrum zu verändern. Mit dieser Technologie kann es durchaus sein, dass es eines Tages echte Tarnumhänge geben wird.

NEWS



Durchsichtigkeit

Unsichtbarkeit zeichnet sich durch fehlende Lichtbrechung aus. Deshalb ist Unsichtbarkeit in ihrer natürlichsten Form ein Gegenstand, der durchsichtig ist. Dies bedeutet, der Gegenstand hat die Fähigkeit, das Licht durchzulassen.

Objekte durchsichtig machen

Dem Team rund um *Viviana Gradinaru* am California Institute of Technology ist es gelungen, den Körper einer Maus durchsichtig zu machen. Der Körper des Tieres wurde dazu in ein Gel eingetaucht, das sich an biologische Moleküle mit Ausnahme von Lipiden (Fett) bindet. Wenn sich das Gel verfestigt, bildet es eine Matrix, welche die Struktur des Organs oder des Körpers erhält.

Anschliessend wurde der Körper der Maus in eine Lösung gelegt, mit deren Hilfe das Gel über das Gefässsystem tief in das Gewebe eindringen kann.

Schliesslich sah die Maus wie ein Block Gelatine in Form eines Nagetiers aus.

Dank der so erzielten Durchsichtigkeit konnten die Wissenschaftler das Nervensystem des Tieres äusserst detailliert abbilden.

Die Methode mag ihre Vorteile haben. Der grösste Nachteil ist, dass das Tier eingeschläfert werden musste. Mit dem Versuch am Menschen sollte man daher noch etwas warten!



Metamaterialien

Metamaterialien wurden Anfang des 21. Jahrhunderts vom englischen Physiker und Theoretiker *Sir John Pendry* entdeckt (das griechische Wort «meta» bedeutet «jenseits»).

Diese Materialien können gleichzeitig durchsichtig, metallisch oder verspiegelt sein. Mithilfe von Löchern in unterschiedlichen Formen (etwa zylindrisch oder quadratisch) steuern Wissenschaftler den Weg von Lichtstrahlen. Wenn sie diese durchlassen, ist der Gegenstand durchsichtig.

Metamaterialien sind künstlich hergestellte, strukturierte Materialien, die aus Gold- oder Silber-Resonatoren bestehen. Durch Veränderung der geometrischen Parameter der Strukturen, aus denen sie sich zusammensetzen, und durch Anpassung des Brechungsindex können sie das Licht anders streuen als «klassische» Materialien wie Aluminium oder Eisen.

Physiker vom California Institute of Technology haben bekanntgegeben, dass es ihnen gelungen ist, ein nanoarchitektonisches Material herzustellen, welches das Licht nach hinten bricht. Derzeit funktioniert es mit Infrarotlicht.

Tarnung

Das Prinzip der Tarnung besteht darin, mit der Umgebung zu verschmelzen.

NEWS



MS



Chamäleon-Umhang

2015 entwickelten zwei japanische Forscher einen Unsichtbarkeitsumhang, der auf Tarnung beruht. Hinter dem Träger des Umhangs befindet sich eine Kamera. Das Bild wird an einen Computer übertragen. Mit einem Projektor, der sich vor der Person befindet, wird es auf den Umhang projiziert.

Da auf dem Umhang nun zu sehen ist, was sich hinter der Person abspielt, verschmilzt diese mit ihrer Umgebung. Der Umhang besteht aus einem retroreflektierenden Material, wie bei Reflektoren am Velo oder an bestimmten Kleidungsstücken.

Kann man sich unsichtbar machen, wenn man mit einem fluoreszierenden Umhang, einer Kamera und einem Projektor auf die Strasse geht? Das ist stark zu bezweifeln. Damit der Mensch das Chamäleon nachahmen kann, muss die Forschung noch weiter intensiviert werden.

Die technischen Grenzen der Unsichtbarkeit

Bevor ein Lebewesen oder ein Gegenstand unsichtbar werden kann, müssen verschiedene Probleme gelöst werden.

→ Licht

Optische Tarntechnologien verwenden Materialien, mit denen sich das Licht umlenken lässt. Allerdings ist es schwierig, alle Wellenlängen des Lichts umzulenken. Der Gegenstand kann in bestimmten Bereichen des Lichtspektrums und aus verschiedenen Blickwinkeln immer noch sichtbar sein.

→ Verschiedene Formen der Erkennung

Es gibt zahlreiche andere Formen der Erkennung. Wärme-, Radar- oder Schallerkennung können einen Gegenstand auch dann verraten, wenn er für das menschliche Auge unsichtbar ist.

→ Physik

Die Gesetze der Physik lassen die vollkommene Unsichtbarkeit eines Gegenstands nicht zu. Bewegt sich ein Gegenstand, erzeugt er Störungen, die erkannt werden können. Er übt Kräfte auf andere Gegenstände aus. Diese Interaktionen geben seine Anwesenheit preis.

Tiere machen sich unsichtbar, um sich vor Raubtieren zu schützen.

Unsichtbarkeit ist ein Mechanismus, den sowohl Tiere als auch Pflanzen einsetzen, um sich gegen Raubtiere zu schützen.

Dazu verwenden sie verschiedene Mittel:

→ Sie passen sich mithilfe von physikalischen Merkmalen wie Farben oder Mustern ihrer Umgebung an. Das Chamäleon hat die Fähigkeit, seine Farbe zu ändern, um mit seiner Umgebung zu verschmelzen. Die giftigen Baumsteigerfrösche haben Muster auf ihrer Haut, die den Blättern ähneln, auf denen sie sitzen. Diese Überlebensstrategie wird von zahlreichen Kopffüßern oder Cephalopoden verwendet, insbesondere von Kraken, Kalmaren und Tintenfischen. Die Haut mehrerer Tintenfischarten kann dynamische Muster erzeugen, welche die von den Wellen auf der Wasseroberfläche erzeugten Lichtflecken nachbilden. Zu verdanken haben sie diese Fähigkeit der Tatsache, dass ihre Haut aus drei Schichten von Pigmentzellen besteht: Die Leukophoren nehmen eine weisse Färbung an, die Iridophoren reflektieren das Licht und erzeugen ein irisierendes Schillern und die Chromatophoren können rasch ihre Farbe wechseln.

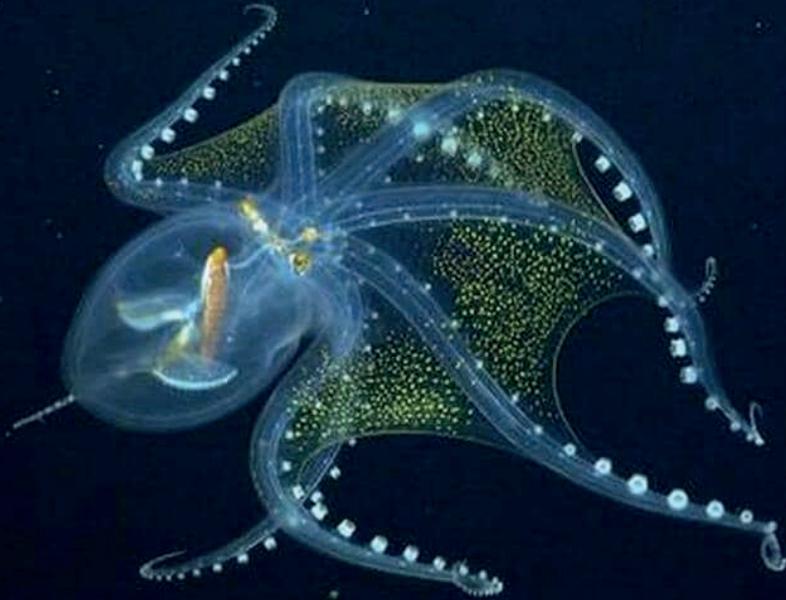
→ Sie nutzen Mimikry. Das heisst, sie imitieren die Formen und Bewegungen anderer Tiere, um sich zu schützen. Pflanzen erwecken den Anschein, sie seien Laub oder Äste. Fische weisen Muster auf, die jenen des Meeresbodens ähneln. Der Birkenspanner – ein Nachtfalter – hat eine Farbe, die dem Stamm einer Birke ähnelt, und ist dadurch gut getarnt.

→ Sie erzeugen Blendungen. Diese Biolumineszenz erweckt bei Raubtieren den Eindruck, dass sie in die Sonne schauen.

Verräterisches Blut verschwinden lassen

Der Glasfrosch ist eine nachtaktive Amphibie. Bevor er schlafen geht, macht er sich durchsichtig, indem er 90 % seiner roten Blutkörperchen in die Leber wandern lässt. Im Blutplasma verbleibt nur das, was für das Überleben seiner Organe absolut notwendig ist. Seine Leber verrät ihn nicht. Millionen von Nanokristallen umgeben sie und bilden eine Art Spiegel, der das Licht reflektiert.

NEWS →
NEWS



Durchsichtig leben, glücklich leben

Der Glaskrake ist fast vollkommen durchsichtig. Sein Körper misst mit Tentakeln bis zu 45 cm. Er lebt unter der Wasseroberfläche in tropischen und subtropischen Gewässern.

Nur seine Augen, seine Sehnerven und sein Verdauungssystem sind nicht durchsichtig.

Die Augen müssen Licht absorbieren, um zu funktionieren, und können deshalb nicht durchsichtig sein. Die Eingeweide verraten sich durch ihren Inhalt. Sofern der Krake keine durchsichtige Nahrung zu sich nimmt, sind sie sichtbar. Der Krake macht sich noch durchsichtiger, indem er seinen Körper so ausrichtet, dass sichtbare Teile verborgen sind und dass er im Sand einen möglichst kleinen Schatten wirft.

In allen Farben sehen

Geschlechtsdimorphismus ist bei Vögeln in der Regel sehr stark ausgeprägt. Bei vielen Arten haben die Männchen ein Federkleid in auffälligen Farben, während die Weibchen eher unauffällig sind.

Der weibliche Weissnackenkolibri hat ein dunkel gefärbtes Gefieder. Jay Falk, ein Forscher an der University of Washington, hat festgestellt, dass fast 20 % der erwachsenen Weibchen die lebhaften Farben beibehalten, die sie seit ihrer Geburt haben, um sich vor der zehnmal häufigeren Belästigung von Vögeln mit dunkleren Farben, also Weibchen, zu schützen. Sie imitieren das Gefieder der Männchen, um sich der Belästigung zu entziehen.



2038 FIKTION

Sich
durchsichtig
duschen

➔ Seitdem es möglich war, mit der Haut des Glaskraken zu duschen, waren alle Menschen durchsichtig. Auf der Strasse war niemand mehr zu sehen. Das einzige Anzeichen von Menschlichkeit war die Anwesenheit von Robotern, die Menschen aufspüren sollten.

Raubtiere fernhalten

Tiere machen sich unsichtbar, um sich vor Raubtieren zu schützen. Es ist ein Mittel zum Überleben.

- ① Denken Sie sich fünf Situationen aus, in denen Menschen überleben oder sich zumindest aus einer gefährlichen Situation befreien können, indem sie unsichtbar werden.

Wir schreiben das Jahr 2050. Die Welt kann wunderbar sein (die Technologie hat alle Probleme gelöst – ja, man darf ruhig träumen!) oder schrecklich (es kommt zu Naturkatastrophen infolge der Klimaerwärmung oder es gibt verheerende Ungleichheiten – man kann sich auch Angst machen!).



- ② Nach diesem geistigen Aufwärmen stellen Sie sich einen Krieg mit unsichtbaren Soldaten vor.

Bilden Sie zwei Gruppen. Jede schlägt einen Angriff mit einem unsichtbaren Gegenstand oder Menschen vor. Das andere Team verhindert den Angriff.

Unser visuelles System erfordert eine Vielzahl von Punkten, an denen der Blick fixiert wird, um ein vollständiges und genaues mentales Bild zu erzeugen.

Richtet sich die Aufmerksamkeit auf einige wenige Punkte, wird der Grossteil einer Szene ignoriert oder nur mit einer sehr schlechten peripheren Sicht wahrgenommen.

Die Aufmerksamkeit kann auf verschiedene Arten gelenkt werden: zum Beispiel durch eine Anweisung, die befolgt werden muss, eine Ablenkung oder eine Emotion.



Das Gorilla-Experiment («*The Invisible Gorilla*») wurde 1999 von *Christopher Chabris* und *Daniel Simons* entwickelt, zwei Forschern auf dem Gebiet der Kognitionspsychologie an der Harvard University.

In einem Video werden zwei Teams von Basketballspielern gezeigt, das eine weiss und das andere schwarz gekleidet. Die Teilnehmenden des Experiments sollen die Pässe zwischen den Spielern des weiss gekleideten Teams zählen.

Während des Spiels überquert eine als Gorilla gekleidete Person von rechts nach links das Sichtfeld. Die Teilnehmenden werden gefragt, wie viele Pässe sie gezählt haben und ob sie etwas Überraschendes gesehen haben. Es stellt sich heraus, dass 50 % den Gorilla gar nicht sehen.

Dieses Experiment zeigt, dass wir bei der Ausführung einer Aufgabe, die unsere ganze Aufmerksamkeit erfordert, unerwartete Reize nicht wahrnehmen. Dieses kognitive Phänomen ist als Unaufmerksamkeitsblindheit bekannt (auf Englisch inattentional blindness).

Das Nachfolge-Experiment wurde leicht verändert, aber die Anweisungen bleiben dieselben. Die Teilnehmenden sehen den Gorilla, nehmen aber nicht wahr, dass einer der schwarz gekleideten Spieler die Szene mit dem Gorilla verlassen hat und der Vorhang seine Farbe verändert hat.



Nicht mangelnde Aufmerksamkeit führt dazu, dass wir etwas nicht sehen, sondern zu viel Aufmerksamkeit.

Diese Studie zeigt, dass wir andere Dinge in unserem Blickfeld nicht sehen, wenn unsere Aufmerksamkeit auf eine Sache konzentriert ist. Nicht mangelnde Aufmerksamkeit führt dazu, dass wir etwas nicht sehen, sondern zu viel Aufmerksamkeit.

Die Faktoren, die bei der Unaufmerksamkeitsblindheit eine Rolle spielen, sind Auffälligkeit, kognitive Belastung, Erwartung und Aufmerksamkeitsleistung.

- ➔ Die **Auffälligkeit** ist die Fähigkeit eines Gegenstands, Aufmerksamkeit zu wecken und insbesondere leicht sichtbar zu sein. Sie ist von den physikalischen Eigenschaften des Gegenstands abhängig: zum Beispiel von der Farbe, der Helligkeit oder der Vertrautheit. Je unauffälliger der Gegenstand, desto häufiger tritt Unaufmerksamkeitsblindheit auf.
- ➔ Die **kognitive Belastung** ist die Menge an bewusster Aufmerksamkeit, die für eine oder mehrere Aufgaben mobilisiert wird. Ist sie zu hoch-zum Beispiel, wenn man beim Autofahren telefoniert-nimmt die Aufmerksamkeit ab.
- ➔ Die **Erwartung**, dass bestimmte Dinge geschehen werden, blockiert die Wahrnehmung anderer möglicher Geschehnisse.
- ➔ Die **Aufmerksamkeitsleistung** misst die Menge der Aufmerksamkeit, die zur Ausführung einer Aufgabe erforderlich ist. Eine erfahrene Pianistin kann ein Stück spielen, ohne darüber nachzudenken. Sie hat den Autopiloten eingeschaltet. Ein Anfänger achtet auf jede Taste, die er anschlägt.

2038

→

FIKTION

Maschinelle Blindheit

➔ EINE HOCHENTWICKELTE, AUF KÜNSTLICHER INTELLIGENZ BASIERENDE ANWENDUNG KAM ZUM ERGEBNIS,

dass die Überwachungskameras kaputt waren, weil sie an Unaufmerksamkeitsblindheit litten.

Sie konnten die Augenfarbe und die Hautstruktur der Personen in ihrem Sichtfeld analysieren.

Hingegen konnten ihre Algorithmen die Roboter nicht identifizieren, die sie mithilfe von Steinschleudern zerstörten.

Kognitive Kriegsführung

Schauen Sie sich die Videos an.

- 1 Wenn Sie verstanden haben, was Unaufmerksamkeitsblindheit ist, nutzen Sie das Konzept, um sich neue Kampfstrategien auszudenken.

Der Kampf kann zu Land, zur See, in der Luft, im All und natürlich im Cyberspace stattfinden.

Da eine Idee zur nächsten führt, denken Sie sich kognitive Strategien für jeden Faktor der Unaufmerksamkeitsblindheit aus: Auffälligkeit, kognitive Belastung, Erwartung und Aufmerksamkeitsleistung (siehe oben).

Beispiel:

Auffälligkeit: Sie erzeugen Wolken, die wie die Gesichter von Kommandanten der feindlichen Armee aussehen. Die überraschten Soldaten lassen sich einige Minuten lang vom Kampfgeschehen ablenken.

Wir schreiben das Jahr 2050. Sie können alle möglichen Technologien verwenden, um sich Täuschungsmanöver auszudenken.



- 2 Los geht's mit der kognitiven Kriegsführung. Bilden Sie zwei Gruppen. Jede Gruppe erklärt ihre Strategie. Um dieses Abenteuer spielerischer und somit kreativer zu gestalten, belohnen Sie die Teilnehmenden, welche die besten Ideen haben.



**Ich bin unsichtbar,
weil die Leute über
mich hinwegsehen.**



Im Mittelpunkt des 1952 veröffentlichten Romans *«Der unsichtbare Mann»* (Invisible Man) des afroamerikanischen Schriftstellers *Ralph Ellison* steht ein namenlos bleibender Ich-Erzähler, der sich als Schwarzer unsichtbar und in den Augen der Weissen nicht wahrgenommen fühlt:

«Ich bin unsichtbar, weil die Leute über mich hinwegsehen», sagt er. «[...] Zurückzuführen ist diese Unsichtbarkeit auf eine besondere Eigenschaft der Augen der Menschen, denen ich begegne. Sie hängt mit dem Aufbau ihres inneren Auges zusammen, dem Auge, mit dem sie durch ihre physischen Augen die Realität betrachten.»

Sichtbar sein bedeutet, für andere zu existieren. Da der Ich-Erzähler sich durch seine Armut und seine Hautfarbe den Blicken der Weissen entzieht, ist er sozial unsichtbar.

Der Begriff der sozialen Unsichtbarkeit wurde 1963 vom Psychologen *Edward Clifford* geprägt. Er differenzierte zwischen positiver Sichtbarkeit, wenn der Einzelne als Person wahrgenommen wird, die zum Funktionieren einer Gruppe beiträgt, und negativer Sichtbarkeit, wo der Einzelne als störend für das Funktionieren der Gruppe angesehen wird. Von sozialer Unsichtbarkeit spricht man, wenn der Einzelne zwar einen Platz in der Gesellschaft hat, aber nicht als Person wahrgenommen wird, die einen Beitrag leistet.

Bei dem Begriff denkt man etwa an ausländische Arbeitnehmende, nicht anerkannte Berufskrankheiten, die Hausarbeit von Frauen, religiöse oder sexuelle Minderheiten.



Der Unsichtbarkeitsfilter: Pro und Contra

Heute ist übermorgen. Genies (oder solche, die sich dafür halten) haben den Filter «Verschönerung unserer Stadt» erfunden, der Ihre Stadt in ein Paradies verwandelt.

Mit einem Fingerschnippen macht er überquellende Mülleimer oder Obdachlose unsichtbar. Er entfernt Ratten, hässliche Menschen und Roboter aus Ihrem Blickfeld. Sie können damit auch lästige Geräusche, störende Meinungen oder Umweltverschmutzung beseitigen. Sie können aus unzähligen Unsichtbarkeitsoptionen auswählen.

- ① Erstellen Sie eine Liste von fünf Elementen, die Sie aus der Stadt entfernen würden.
- ② Stellen Sie sich die Folgen dieser Unsichtbarkeit für die Stadt vor: zum Beispiel für die Gesellschaft, die Umwelt oder die Verwaltung.
- ③ Sie führen eine Debatte unter dem Motto «Der Unsichtbarkeitsfilter: Pro und Contra».



Bilden Sie zwei Gruppen. Die eine hebt die Vorteile des Filters hervor. Die andere ist grundsätzlich gegen diese Technologie.

Wenn Ihnen die Argumente ausgehen, stellen Sie sich vor, was sich für das Militär ändern würde, wenn es einen solchen Filter gäbe.

① → _____

② → _____

③ → _____

2038 FIKTION

So schön,
so falsch

➔ Mike hat sich den Filter «Verschönerung unserer Stadt» gekauft. Seitdem hat er wieder Freude am Leben. Alles ist so schön. Einen Monat später fällt er in eine tiefe Depression. Alles ist so falsch.

Könnte man nur unsichtbar sein!

Wenn wir morgen aus dem Blickfeld von Menschen verschwinden oder der Überwachung durch verschiedene Radarsysteme entgehen könnten, hätte dies zahlreiche Folgen. Einige Anhaltspunkte:

➔ Taktische Vorteile

Unsichtbarkeit wäre ein grosser Vorteil für die Armee und die Polizei. Sie könnten diese Technologie einsetzen, um ihre Einsätze sicher und unauffällig durchzuführen.

Unsichtbarkeit könnte auch zur Aufklärung und Überwachung eingesetzt werden. So könnten Soldaten und Polizeibeamte unbemerkt in feindliches Gelände vordringen und wertvolle Informationen sammeln.

➔ Ethische und soziale Folgen

Unsichtbarkeit könnte Ungleichheiten zwischen Menschen schaffen, die Zugang zu diesen Technologien haben, und solchen, die sie sich nicht leisten können.

Sie könnte die Beziehungen zwischen Menschen beeinträchtigen, da nur schwer zu erkennen wäre, wer tatsächlich in einem öffentlichen Raum anwesend und wer unsichtbar ist.

➔ Sicherheitsrisiken

Unsichtbarkeit könnte aber auch für kriminelle Zwecke genutzt werden. So könnten Kriminelle unbemerkt Straftaten begehen, ohne gesehen oder festgenommen zu werden. Dies könnte die Sicherheit der Bevölkerung gefährden und die Tätigkeit der Ordnungskräfte erschweren.

ARMEE

UND UNSICHTBARKEIT

3

Wenn die Armee den heiligen Gral der Unsichtbarkeit finden würde, könnte sie sich zahlreiche Vorteile verschaffen.

Soldaten und Fahrzeuge könnten unbemerkt vorrücken. Im Kampf könnte sie Operationen sicher und unauffällig ausführen.

Unsichtbarkeit könnte auch für Aufklärungs- und Überwachungsmissionen eingesetzt werden. Soldaten würden unbemerkt ins feindliche Gebiet vorrücken und Informationen über die Bewegungen und Absichten des Feindes sammeln.

Aus genau diesen Gründen ist die Armee seit jeher bestrebt, sich so unsichtbar wie möglich zu machen.

Tarnung spielt in jedem Krieg eine Rolle.

TARNUNG

Tarnung dient dazu, Ziele zu verschleiern oder zu verbergen. Sie umfasst alle Methoden, die es ermöglichen, den Feind über Standort, Grösse und Vorhaben einer Armee zu täuschen.

Die Landschaft verändern

RÜCKBLICK ←

DIE TARNSPEZIALISTEN DES ERSTEN WELTKRIEGS

Statt Objekte zu verbergen, versuchten die Tarnspezialisten vielmehr, ihr Bild zu verzerren, um Piloten kurzfristig zu verwirren. Sie erhofften sich davon, dass diese ihr Ziel verfehlen würden.

Für Tarnung gibt es historische Beispiele, sogar zurück bis in die Antike. In Shakespeares *Drama Macbeth* (1606) verbergen sich die Soldaten hinter den Ästen und Zweigen des Waldes von Birnam.

Im Ersten Weltkrieg errichteten die Tarnspezialisten in der Nähe der feindlichen Linien Beobachtungsposten, die mit der Landschaft verschmolzen.

Tarnung ist mit der Wahrnehmung von Licht und Schatten verbunden. Statt Objekte wie Brücken oder Talsperren zu verbergen, versuchten die Tarnspezialisten vielmehr, ihr Bild zu verzerren, um Piloten kurzfristig zu verwirren. Sie erhofften sich davon, dass diese ihr Ziel verfehlen würden.

Gräben sind aus Flugzeugen gut sichtbar, weil sie Schatten werfen. Schatten sind besonders schwer zu tarnen. Der Bühnenbildner *Georges Mouveau* schlug vor, die Gräben mit Netzen zu tarnen, die keine Schatten werfen. Um die Illusion zu verstärken, wurden manchmal hölzerne Kühe über den Netzen platziert. Jeden Abend wurden sie von den Männern bewegt, damit sie lebendiger erschienen.

Um den Feind zu täuschen und abzulenken, fertigten die Tarnspezialisten Soldatenköpfe aus bemaltem Karton und Pappmaché an. Sie wurden über den Gräben hin und her geschwenkt, damit feindliche Späher auf sie reagierten und ihre Position verrieten.

In den Staub- und Rauchwolken der Schlachtfelder erweckten diese plötzlich aufgerichteten Silhouetten tatsächlich den Eindruck eines Angriffs.



NEWS NEWS

Ziele aus Karton

Das ukrainische Militär setzt falsche Ziele aus Holz ein, um russische Raketen fehlzuleiten. Russische Drohnen übertragen die Position ihrer Ziele an Kriegsschiffe im Schwarzen Meer, die sie anschliessend mit Langstreckenraketen beschossen.

Als Soldaten verkleidete Vogelscheuchen werden in der freien Natur oder in Gärten eingesetzt. Ziel ist, die russische Luftwaffe zu täuschen und dazu zu bringen, sich im Ziel zu täuschen oder ihre Position zu verraten.

ÜBUNG

Tarnspezialist von morgen

—
Heute ist übermorgen. Sie wurden von der Armee als Tarnspezialist rekrutiert.

- ① Ihre erste Aufgabe besteht darin, fünf Städte so zu tarnen, dass der Feind sie nicht ausfindig machen kann. Wie gehen Sie vor? Sie können dazu auf bestehende und imaginäre Technologien zurückgreifen.

Beispiel: Sie färben das Wasser des Genfersees so, dass er wie ein riesiges Grasland aussieht. Ohne ihren See ist die Stadt nicht mehr zu erkennen.

- ② Ihre zweite Aufgabe ist die Tarnung sich bewegender Menschen, Land- und Luftfahrzeuge.

Schutz von Fahrzeugen und Soldaten

NEWS

NEWS

Elektronische Plättchen

Das französische Unternehmen Nexter arbeitet am Projekt Caméléon. Dabei werden Panzer mit elektronischen Plättchen verkleidet, damit sie mit der Umgebung verschmelzen.

Hunderte von winzigen Bildschirmen verändern in Echtzeit ihre Farbe. Sie passen sich dabei der Umgebung an, durch die der Panzer rollt.

Diese Technologie eignet sich auch für die Uniformen der Soldaten. In diesem Fall verändern eingewebte elektronische Fasern ihre Farbe.

Unauffälligere Uniformen

RÜCKBLICK

DIE FARBE MACHT'S

1829

Führte Napoleon aus wirtschaftlichen Gründen mit Krapp gefärbte Hosen für die französische Armee ein (Indigo, der als Farbstoff für die alten Uniformen verwendet wurde, war zu teuer geworden). Die neuen roten Hosen hatten darüber hinaus den Vorteil, dass Blutflecken darauf weniger sichtbar waren.

1880

Rauchschwaches Pulver ermöglichte ab 1880 eine bessere Sicht auf dem Schlachtfeld. Daraufhin wurden neutrale Farbtöne bevorzugt. Die britische Armee führte 1900 khakibraune Uniformen ein, die USA folgten 1902. Im Deutschen Kaiserreich wurden die Soldaten ab 1907 mit «feldgrauen», in Österreich-Ungarn ab 1909 mit «hechtgrauen» und Italien mit grüngrauen Uniformen ausgestattet.

1914

Marschierten die Franzosen in ihren roten Hosen an die Front. Da sie damit ideale Ziele waren, wurden neue Uniformen hergestellt. Ab September 1915 wurden sie mit der neuen blaugrauen Uniform ausgestattet und das Käppi wurde durch einen Helm aus Metall ersetzt.

Heute hat jede Armee ihr eigenes Muster für Tarnanzüge.

In der Schweiz war bis in die 1990er Jahre Alpentarn in Gebrauch, bevor die Uniform durch den TAZ 90 ersetzt wurde. Beim Alpentarn wurde auch Rot verwendet.



2038 ↳ FIKTION

Ein Geist im Haus

➔ Max ist schüchtern. Seit er dank seiner Uniform mit seiner Umgebung verschmelzen kann, trägt er sie ständig. Manchmal beschwert er sich, dass alle so tun, als wäre er gar nicht da.

RÜCKBLICK ←

TARNANSTRICH

“ Der Tarnanstrich erreicht sein Ziel nicht, indem er Schiffe für U-Boote unsichtbar macht, sondern indem er Verwirrung schafft. ”

Auch Schiffe werden getarnt. Ihr Rumpf wird grossflächig in kontrastierenden Farbtönen gestrichen.

Die englische Marine gründete eine Tarnabteilung, um ihre Schiffe zu schützen. Im April 1917 entwickelten Cecil King und Norman Wilkinson das «Dazzle Painting», einen Tarnanstrich für Schiffe, der deren Struktur vollkommen auflöste.

Jan Gordon, ein Leutnant der Royal Navy, der mit Wilkinson an der Tarnstrategie arbeitete, erklärte: *«Der Tarnanstrich erreicht sein Ziel nicht, indem er Schiffe für U-Boote unsichtbar macht, sondern indem er Verwirrung schafft.»*

Die Royal Navy entwickelte ausserdem Schiffe, die von vorne und hinten gleich aussahen. So war selbst aus geringer Entfernung nicht erkennbar, in welche Richtung sie unterwegs waren.

Die Engländer nutzten darüber hinaus Fischkutter, deren Rumpf ein zweites bewaffnetes Schiff verbarg, um die deutschen U-Boot-Fallen zu jagen. Die englischen Schiffe wurden von den Deutschen nie enttarnt, die dadurch viele Opfer zu beklagen hatten.

Als die Ortung von Schiffen nicht mehr visuell erfolgte, begann die Marine, zur Abwehr von Torpedos Köder einzusetzen, die das elektromagnetische Feld und/oder die Frequenz der akustischen Signatur von Schiffsschrauben nachahmten.

Da sich feindliche Torpedos in der Regel am Signal mit der höchsten Intensität orientierten, konnte sich das anvisierte Schiff aus ihrer Reichweite entfernen.

Durch die Verbesserung der Torpedos wurden diese Köder obsolet. Ein neuer Ansatz besteht darin, die Analysefähigkeiten der Torpedos zu überfordern, indem mehrere Dutzend kurzlebige Scheinziele vorgetäuscht werden. Dieses Prinzip wird auch in der Luft eingesetzt.

Es gibt auch Störmechanismen für U-Boote, die ausschliesslich akustisch funktionieren: Sie werden durch die Abfallluke ausgesendet und setzen grosse Mengen Gas frei. Die gegnerischen Sonare werden dann von dieser Blase geblendet.



NEBELKAMPFSTOFFE

Eines der nützlichsten Hilfsmittel in der Geschichte der Kriegsführung sind Nebelkampfstoffe.

Diese kommen zum Einsatz, um die Bewegung oder den Standort von militärischen Einheiten wie Infanterie, Panzer, Flugzeuge oder Schiffe zu verschleiern.

In der Vergangenheit reichten einfache Buschfeuer häufig aus. Im Laufe der Zeit wurden sie weiterentwickelt.

Nebelkampfstoffe werden entweder durch eine Patrone (wie eine Granate) oder durch ein Fahrzeug (wie einen Panzer oder ein Kriegsschiff) freigesetzt.

Mit zunehmendem technologischem Fortschritt konnten Nebelkampfstoffe Infrarotlicht filtern, um die Erkennung durch Sensoren zu verhindern.

→ RÜCKBLICK

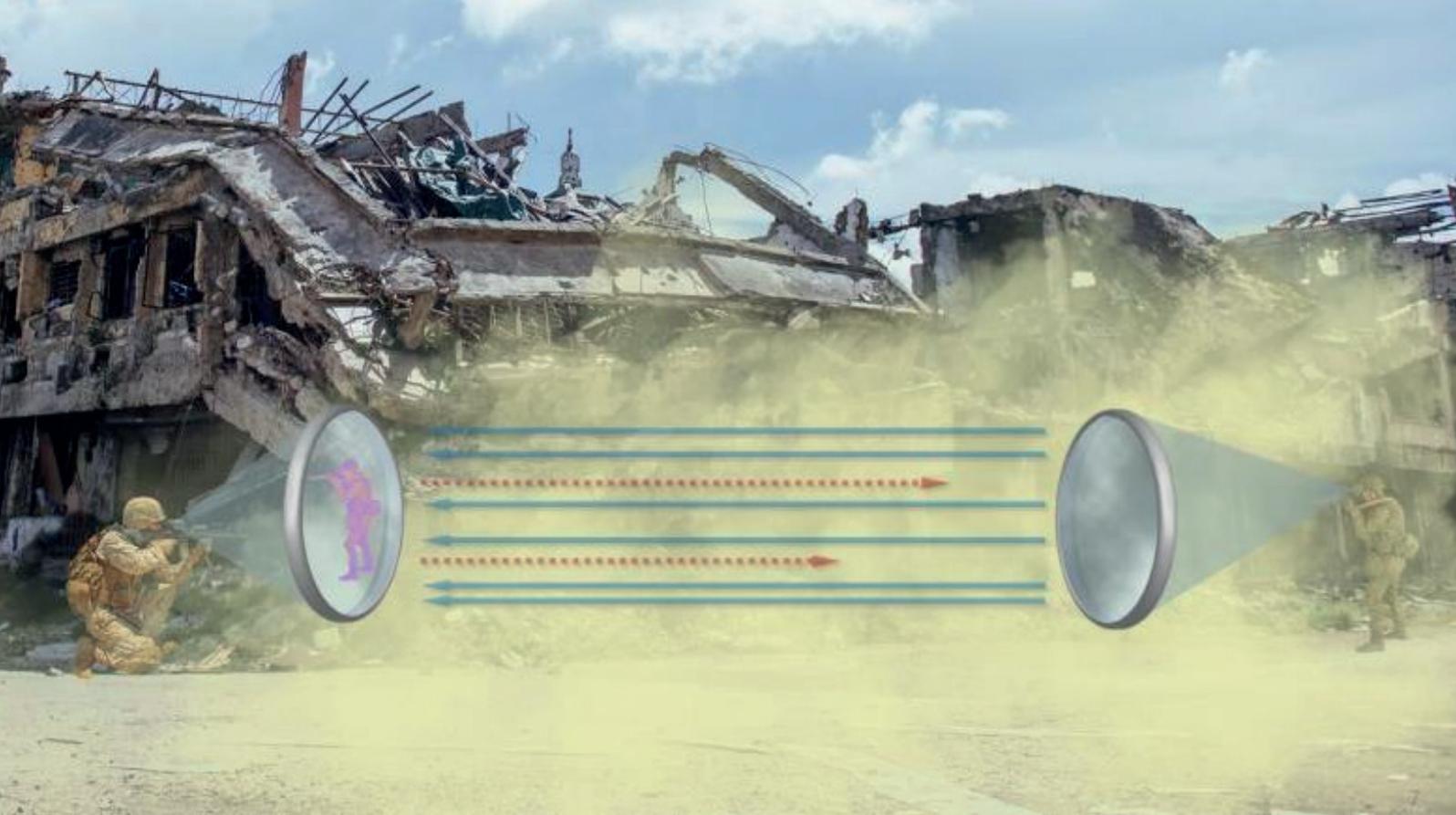
NEBELSCHWADEN



Während des Zweiten Weltkriegs verwendeten Piloten mit M10-Nebelbehältern ausgestattete Flugzeuge, um Kriegsschiffe zu schützen. Die Nebelschwaden wurden hauptsächlich für aufwendige Operationen bei Tageslicht eingesetzt.

«Am 6. Juni 1944 soll die 88 einen Nebelvorhang im Sektor Caen erzeugen, die 342 Lothringen hingegen auf der Île Saint-Marcouf bis hin nach Grandcamp. Die Flugzeuge werden paarweise fliegen und das zweite wird beginnen, seinen Nebelvorhang zu erzeugen, wenn das erste damit fertig ist. Die Flugzeugpaare werden in einem Abstand von 10 Minuten losfliegen, sodass eine wirksame Abdeckung über eine Stunde gegeben ist. Das erste Paar wird um 5 Uhr starten.»

Jean Clément, Autor von «Le groupe Lorraine et le débarquement en Normandie»



→ NEWS

MEMO

Verschlüsselte Sicht

Die *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) versucht, ein Verdunkelungssystem zu entwickeln, das Nebel ähnelt und Truppen daran hindert, durch das System hindurchzusehen. Die Leistungsfähigkeit des Systems beruht darauf, dass der Erzeuger des Nebels weiterhin hindurchsehen kann.

Diese Asymmetrie erfordert den Einsatz eines Verdunkelungsmaterials, das in Echtzeit gesteuert werden kann, sowie von Metamaterialien, die das Licht aus bestimmten Winkeln blockieren.

Rauch ohne Feuer

Sie sind nun schon gewohnt,
in die Zukunft zu reisen.

Stellen Sie sich vor, Soldaten haben Rauchbomben mit asymmetrischer Sicht in ihrem Gepäck. Der Feind kann sie nicht mehr sehen, umgekehrt aber sehen die Soldaten den Feind.

- ① In welchen Situationen würden sie diese Rauchbomben einsetzen?
- ② Wo liegen die Grenzen solcher Rauchschwaden der Zukunft?

Beispiel: Die Gegner können den regulierbaren Rauch hacken und könnten ihn in einem kritischen Moment undurchsichtig machen.

① → _____

② → _____

Bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs konnten Flugzeuge nur mit dem Auge und dem Ohr erkannt werden. Die Tarnkappentechnik bestand darin, das Flugzeug mit Farben anzustreichen, durch die es mit seiner Umgebung verschmolz.

RÜCKBLICK ←

OBEN UND UNTEN

Die Engländer versuchten als erste, ihre Flugzeuge zu tarnen. Sie begannen damit schon im Jahr 1907. 1914 strichen sie ihre Flugzeuge in matten Farben und bedeckten den Rumpf mit bunten Mustern, welche die Form vollkommen verzerrten.

Die Franzosen teilten ihre Flugzeuge in zwei Hälften: oben und unten. Da die Unterseite vom Boden aus sichtbar war, wurde sie weiss, hellgrau, türkis oder in einem blassen Blaugrün gestrichen. Die Oberseite war vom Himmel aus sichtbar, deshalb wurde sie mit einem bunten grünen Muster überzogen.

Die Aufgabe der Tarnkappentechnik besteht darin, ein Objekt für Radar unauffindbar zu machen.

Mit dem Radar veränderte sich die Sachlage. Das Senden und Empfangen von Wellen musste reduziert werden.

Militärisches Gerät sendet Energie in verschiedenen Formen: elektromagnetisch (Bordradar, Funk usw.), thermisch (Ausstoss des Antriebs, kinetische Erwärmung usw.) und akustisch (aktives Sonar, Antriebs-, Strömungs- oder Hilfsgeräusche). Es empfängt Energie in elektromagnetischer (Ortungsradar, Radio- oder Fernsehantennen usw.), thermischer (Sonne) und akustischer Form (aktives Sonar).

Die Aufgabe der Tarnkappentechnik besteht darin, ein Objekt für Radar unauffindbar zu machen. Sie umfasst Techniken und Technologien, die zur Senkung von Emissionen in eine gegebene Richtung oder in alle Richtungen verwendet werden. Dadurch wird die Aufspürung, Klassifizierung oder Identifizierung des militärischen Geräts erschwert.

Die ersten Tarnkappenflugzeuge waren der Jagdbomber F-117 und der strategische Bomber, die in den 1970er-Jahren entwickelt wurden.

→ RÜCKBLICK

Der US-Jagdbomber F-117 wurde 1983 unter strengster Geheimhaltung in Dienst gestellt. Die breite Öffentlichkeit erfuhr erst 1991 während des Golfkriegs davon. Damals wurde er als absolute Waffe dargestellt.

Sein kantiges, facettiertes Profil reduzierte in Verbindung mit den verwendeten Verbundwerkstoffen und einer Beschichtung, die elektromagnetische Wellen absorbiert, die Radarsignatur um das Tausendfache auf das Äquivalent eines Golfballs.

Sieben Jahre später gelang es den serbischen Streitkräften im Kosovo-Krieg, eine F-117 zu zerstören. Dabei zeigte sich, dass den Amerikanern seit mehreren Jahren eine grosse Schwachstelle ihrer Tarnkappenflugzeuge bekannt war: Wenn die durch ein Radar verwendete Wellenlänge ein Vielfaches der Spannweite des Flugzeugs war, erzeugte die übertragene Energie einen induzierten Strom, der unkontrolliert in alle Richtungen strahlte.

DIE ABSOLUTE WAFFE IST ANFÄLLIG



Das Hauptziel der Tarnkappentechnik besteht darin, die Reaktion des Feindes zu verzögern.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, ein Objekt zu tarnen:

- Das Objekt für Wellen durchlässig machen: Die Welle geht hindurch, ohne reflektiert zu werden.
- Die Welle in eine andere Richtung umlenken als jene, aus der sie kommt: Dann erfasst der Radar sie nicht.
- Die Welle absorbieren: Die Welle wird nicht reflektiert.
- Eine identische Welle senden, aber um 180° phasenverschoben. Die einfallende und die reflektierte Welle neutralisieren einander.

Verschiedene Faktoren verbessern die Tarnkappentechnik bei einem Flugzeug:

→ Seine Form

Eine rundere Form reflektiert die Radarwellen in andere Richtungen.

→ Seine Aussenhaut

Die Aussenhaut absorbiert einen Teil der vom Radar ausgesendeten Wellen. Tarnkappen-

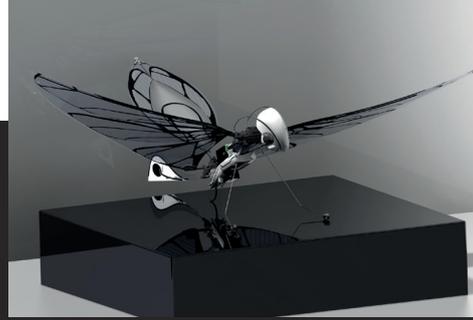
flugzeuge sind mit einer Aussenhaut ausgestattet (in der Regel direkt in der Farbe), die Radiowellen entweder chemisch oder physikalisch absorbiert.

Im ersten Fall wird die Welle in Wärme umgewandelt, indem sie mit den Metalleinschlüssen in der Farbe reagiert. Im zweiten Fall wird sie zu 50 % reflektiert und zu 50 % absorbiert. Die beiden Wellen neutralisieren einander. Der Nachteil ist, dass dies nur für eine Wellenlänge funktioniert.

→ Störsysteme

Das Flugzeug sendet seine eigenen Wellen aus, um Spuren zu verwischen und die empfangenen Wellen zu neutralisieren.

Das Hauptziel der Tarnkappentechnik besteht darin, die Reaktion des Feindes zu verzögern. Wenn ein Flugzeug auf dem Radarschirm als Vogel oder Wolke erscheint, wird kein Warnsignal ausgelöst.



MECHANISCHE VÖGEL

Unsere mechanischen Vögel locken echte Vögel an. Sie halten sie für einen der ihren!

1969 erfand mein Grossvater *Edwin Van Ruymbeke* einen mechanischen Vogel, der von einem Gummiband angetrieben wurde. Vierzig Jahre später entwarf ich den ersten funkgesteuerten Vogel.

Das Ziel von *XTIM* besteht darin, den Flug von Vögeln und Insekten nachzubilden, indem die Leistungen der Natur auf mechanische Geräte übertragen werden. Nachdem ich *MetaFly* – einen funkgesteuerten durchsichtigen Vogel – entwickelt hatte, begannen wir mit der Arbeit an *BioFly*, einem neuen System mit schlagenden Flügeln, die von der Natur inspiriert sind.

Diese mechanischen Vögel haben keine Propeller und verwenden biegsame, flexible Materialien. Abgesehen davon, dass sie echte Vögel nicht verletzen, sind sie von Radargeräten nur schwer zu erkennen. Deshalb haben unsere Vögel die Aufmerksamkeit der französischen *Agence de l'innovation de défense* (Agentur für innovative Verteidigung) geweckt.

Edwin Van Ruymbeke von *XTIM*



2038 FIKTION

In Frage gestellt

➔ Wie jeden Morgen macht Max sich auf die Suche nach seinem autonomen Fahrzeug. Nachdem er mehrmals das Quartier durchstreift hat, fragt er sich, ob es wirklich so sinnvoll war, die Optionen Durchsichtigkeit und Tarnkappentechnik zu wählen, die das Gesetz über visuelle Sanierung historischer Quartiere vorschreibt.

UNSIHTBARE KRIEGSFÜHRUNG

4

Die traditionelle Vorstellung eines Konflikts ist, dass ein oder mehrere staatliche Akteure andere staatliche Akteure mithilfe ihrer Streitkräfte bekämpfen.

Durch die Globalisierung und die Technologie ist diese Vorstellung überholt, denn Kriege können heute auf weniger sichtbare Weise geführt werden.

CYBERKRIEG

Die Welt wird heute mithilfe von Informationstechnologie verwaltet und ist voller vernetzter Geräte. Dieser Raum ist inzwischen zum Schauplatz von Kämpfen geworden: Die Waffen sind Viren und Spyware.

VON DER SPIONAGE ZUM CYBERKRIEG

Der Cyberkrieg hat seinen Ursprung in der Spionage während des Kalten Krieges. Im November 1989 fiel die Berliner Mauer. Damit brach ein Gesellschaftssystem zusammen, welches das 20. Jahrhundert geprägt hatte: der Kommunismus.

Damals tauschten die USA und die UdSSR frühmorgens auf Brücken in Deutschland Spione aus. Um mit der UdSSR mithalten zu können, verfügten die USA über zahlreiche Geheimdienste und Spione. Die Welt der Spionage ist gross: 2010 wurde die Anzahl der Personen, die als «Top Secret» eingestuft wurden, auf fast eineinhalb Millionen geschätzt.

Als der Ostblock zusammenbrach, fragten sich die Geheimdienste, wie sie ihr Milliarden-Dollar-Budget ohne den historischen Feind noch rechtfertigen konnten.

Bei der Suche nach einem neuen Feind kam man als erstes auf die Hacker. Doch das war wenig glaubwürdig. In der Vorstellung der Amerikaner ist der typische Hacker ein etwas asozialer Jugendlicher, der haufenweise Pizza vertilgt und literweise Cola trinkt.

Damals war in der Presse vom «Cyber Pearl Harbor» die Rede. Man befürchtete eine massive Attacke, welche die amerikanischen Netzwerke lahmlegen würde. Um Angst zu schüren, wurde der furchterregende Schatten der legendären russischen, oft aber auch nordkoreanischen oder chinesischen Hacker heraufbeschworen, die unterstützt von ihren Regierungen über Unsummen verfügen konnten. Damit war ein neuer Feind ins Leben gerufen worden, der die monumentalen Budgets rechtfertigte.

Die Gemeinschaft der Geheimdienste fügte ein letztes Element hinzu: den Cyberkrieg. Wird Krieg nicht auf der Erde, im Himmel und auf dem Meer geführt? Warum kann er nicht auch in den Computernetzwerken – im Cyberspace – geführt werden? Bingo! Damit hatten die grossen Armeen den Cyberspace in ihre Strategien integriert.

Fabrice Epelboin, Unternehmer, Lehrbeauftragter am Sciences Po

DAS SAGT DER EXPERTE



Eine komplexe Kunst

Ein Cyberkrieg besteht aus Cyberangriffen mit dem Ziel, für das Funktionieren eines Landes oder einer Armee unerlässliche Server ausser Gefecht zu setzen. Diese Art von Krieg ist komplex.

➔ Option 1

Die Netzwerke zum Austausch von Informationen werden lahmgelegt.

*Hindernisse für eine erfolgreiche Ausführung
→ Das Internet ist widerstandsfähig. Daten finden in der Regel immer einen anderen Weg, um ihr Ziel zu erreichen.*

➔ Option 2

Die Server, die strategische Informationen verarbeiten, werden überlastet. Wenn sich 1000 Personen durch den Eingang eines Geschäfts drängen, in das nur 500 passen, kommt niemand mehr hinein. Gleiches gilt für einen Webserver. Es werden Tausende von gehackten Rechnern im Internet verwendet, um gleichzeitig Tausende von Anfragen an einen Server zu stellen.

*Hindernisse für eine erfolgreiche Ausführung
→ Zahlreiche Server sind gegen solche Angriffe geschützt. Server werden wieder in Betrieb genommen, gehen nach einem DDoS-Angriff wieder online oder Daten werden aus Backups wiederhergestellt, nachdem sie gelöscht wurden. Folglich dauert der Angriff selten sehr lange.*

NEWS →
NEWS

Geschützte Daten

Estland ist Bedrohungen durch Russland ausgesetzt und teilt seine Verwaltungsdaten über das System X-Road mit Finnland und Island. X-Road ist eine Plattform, welche die Vertraulichkeit, Integrität und Interoperabilität von Daten gewährleistet. Im Fall von Cyberangriffen sind die Daten geschützt.

Bisher haben Cyberangriffe nur begrenzte Schäden angerichtet. Kein nationales Stromnetz und kein Telefonnetz konnte von Cyberterroristen oder Cyberangreifern dauerhaft zerstört werden.

Im Cyberkrieg gilt: Je mächtiger ein Land ist, desto verwundbarer ist es.

- In der traditionellen Kriegsführung lautet die Regel: Je mächtiger ein Land ist, desto mehr hochentwickelte Waffen besitzt es und desto grösser ist seine Schlagkraft. Im Cyberkrieg hingegen gilt: Je mächtiger und je stärker vernetzt ein Land ist, desto mehr Möglichkeiten bestehen, in sein System einzudringen. Je mächtiger ein Land ist, desto verwundbarer ist es also. Die Angriffsfläche wird grösser, weil Milliarden ungeschützte vernetzte Geräte ins Spiel kommen.
- Eine Regierung kann einen Cyberangriff nicht alleine abwehren. Wird ein Land aus der Luft oder auf dem Boden angegriffen, reagiert es mit Verteidigungsmassnahmen seiner Armee. Handelt es sich um eine Bedrohung aus dem Inneren, ist die Polizei zuständig. Bei einem Cyberangriff liegen die Dinge anders. 80 % der potenziell betroffenen Infrastruktur ist privat. Bedrohungen können das Internet, finanzielle Netzwerke oder die Wasser- und Stromversorgung betreffen, die nicht in staatlichem Eigentum sind. Die Regierung kann daher nicht im Alleingang eingreifen.
- Den Ursprung eines Cyberangriffs zu ermitteln ist schwierig. Der Angreifer ist unbekannt. Man weiss nicht, ob es sich dabei um eine Einzelperson oder einen Staat handelt.
- Ein Bombenangriff oder rollende Panzer in einer Stadt sind nicht zu übersehen. In einem Cyberkrieg merkt man häufig nicht einmal, dass man angegriffen wurde. Oft entdeckt man den Angriff und seine Folgen erst Monate später.
- Ein Cyberkrieg lässt sich nicht auf ein bestimmtes Gebiet beschränken. Er kann auf andere Bereiche übergreifen und einen Boomerang-Effekt auslösen, der den Urhebern des Angriffs Schäden zufügt.
- Damit ein Cyberkrieg wirklich wirksam ist, müssen verschiedene Cyberangriffe in Verbindung mit anderen Arten der Kriegsführung lanciert werden.

Cyberangriffe

Da Sie nun zu den
Zukunftsstrategen gehören,
werden Sie drei Cyberangriffe
planen.

- 1 Der erste soll ein Land über längere Zeit lahmlegen.
Die Wirkung des zweiten soll mehrere Stunden anhalten.
Der dritte ist vollkommen unwirksam.

Beispiel: Sie haben bisher inaktive Viren in die Computersysteme von grossen Industriekomplexen im Land des Feindes eingeschleust. Dazu haben Sie Schwachstellen der veralteten Software ausgenutzt. Am Tag, als der Cyberkrieg beginnt, aktivieren Sie die Viren, legen die Software lahm und bringen das ganze Land zum Stillstand.

PS: DAS BEISPIEL KANN AKTUELL SEIN. WIR ÜBERLASSEN ES IHNEN, SICH VOLLKOMMEN NEUE ARTEN VON CYBERANGRIFFEN VORZUSTELLEN.



- 2 Jede Gruppe denkt sich Cyberangriffe aus.
Die anderen finden Mittel, um sie abzuwehren. Sie werden feststellen, dass Ihre Strategie ungeahnte Stärken und Grenzen hat.

1 → _____

Elektronische Kriegsführung

Mit zunehmend komplexen Systemen ist es möglich, sich geheime Informationen zu verschaffen, die Kommunikation des Feindes zu stören, Raketen umzulenken oder Drohnen zu bekämpfen.

Die französische Armee verfügt über ein futuristisches Gewehr, das die Verbindung zwischen der Drohne und ihrem Piloten unterbricht. Die Drohne stürzt ab oder landet auf dem Boden, wenn der Akku leer ist.

Elektronische Waffen gibt es bereits seit dem Zweiten Weltkrieg, aber erst im Vietnamkrieg gewinnen sie wirklich an Bedeutung. GPS-Signale werden durch Interferenzen gestört.

Kognitive Kriegsführung

Der Informationsbereich ist zu einem Ort des strategischen Wettkampfs geworden. Falsche, manipulierte oder kompromittierte Informationen sind eine Waffe

Florence Parly, französische Verteidigungsministerin

In der kognitiven Kriegsführung wird der menschliche Geist zum Schlachtfeld. Das Ziel besteht dabei darin, nicht nur zu ändern, was die Menschen denken, sondern auch die Art und Weise, wie sie handeln.

Bei dieser Art der unsichtbaren Kriegsführung werden individuelle und kollektive Überzeugungen und Verhaltensweisen so he-

rangebildet und beeinflusst, dass sie mit den taktischen oder strategischen Zielen eines Angreifers in Einklang gebracht werden. Dies kann so weit gehen, dass eine Gesellschaft zersplittert oder zerbricht und der kollektive Wille, sich den Absichten des Feindes zu widersetzen, zum Erliegen kommt. Der Feind unterwirft eine Gesellschaft, ohne auf Gewalt oder Zwang zurückzugreifen.

2038 ↓ FIKTION

Ein Nutri-Score für Informationen

➔ Seit einigen Jahren sind die Informationen unter Kontrolle. Sie erhalten alle Informationen mit einem Glaubwürdigkeitswert von A bis E. A bedeutet, sie wurden geprüft und bestätigt. Eine Information mit dem Score E ist höchstwahrscheinlich falsch.

Diese Scores werden auf sämtliche Äusserungen angewendet. Der Informationsminister macht sich Sorgen. In Familien, Unternehmen und anderen Einrichtungen kommt es nur noch höchst selten zu einem Austausch von Informationen.



FALSCHER NACHRICHTEN

Falsche Informationen verbreiten sich sehr viel schneller als wahre.

Die Technologie bietet heute weitaus wirksamere und wirtschaftlichere Mittel der Kriegsführung als die konventionelle Infanterie. Eines davon ist die Desinformation, also die bewusste Verbreitung falscher Informationen zum Zweck der Täuschung via Google, Facebook oder Twitter. Im Jahr 2016 verbreitete China fast 500 Millionen falsche Nachrichten in den sozialen Medien, um von heiklen Themen abzulenken.

Deepfakes (mithilfe von künstlicher Intelligenz manipulierte Bild- oder Tondateien) sind ein weiteres Problem.

Falsche Informationen verbreiten sich sehr viel schneller als wahre und sorgen dafür, dass die Wahrheit unsichtbar wird. Untersuchungen zeigen, dass sich die Wahrheit selten unter mehr als 1000 Personen verbreitet, während Deepfakes häufig über 100 000 Menschen erreichen.

Es ist unmöglich, diese falschen Informationen zu kontrollieren. So heisst es in einem internen Memo von Facebook: «Es ist praktisch unmöglich, zu moderieren, was die Leute sagen».

Jean-Marc Rickli, Leiter von Global and Emerging Risks, Geneva Centre for Security Policy (GCSP)

DIE WAFFEN DER KOGNITIVEN KRIEGSFÜHRUNG

Die Verbreitung falscher Informationen ist nicht die einzige Waffe der kognitiven Kriegsführung. Ein verfängliches Regierungsdokument, das aus dem E-Mail-Konto eines Beamten abgefangen und anonym auf einer Social-Media-Plattform verbreitet oder über ein soziales Netzwerk gezielt an ausgewählte Oppositionsgruppen gesendet wird, reicht aus, um einen Konflikt auszulösen.

Eine Social-Messaging-Kampagne, die von Online-Influencern aufgegriffen wird, kann schnell zu einem viralen Phänomen werden. Ursprünglich in den sozialen Medien gebildete Gruppen können auf die Strasse gehen. Offizielle Dementis können zusätzliche Verwirrung stiften und Narrative verfestigen, die Zweifel sähen.

Suchmaschinen zeigen Informationen an, die den Präferenzen der Nutzerinnen und Nutzer entsprechen. Dieser verzerrte Informationsfluss trägt zur Verfestigung von Überzeugungen bei.

Johns Hopkins University (Kathy Cao, Sean Glaister, Adriana Pena, Danbi Rhee, William Rong, Alexander Rovalino); Imperial College London (Sam Bishop, Rohan Khanna, Jatin Singh Saini) für die NATO Review



Kampf gegen falsche Informationen

Ihre Aufgabe ist es, alle Arten von falschen Informationen zu bekämpfen.

- 1 Erstellen Sie eine Liste der Quellen und Verbreitungskanäle dieser falschen Informationen. Geben Sie jeweils an, welches Schadenspotenzial die Informationen haben.

Beispiel: gefälschte Nachrichten, Bilder oder Videos, Daten, die von Sensoren verändert wurden, usw.

- 2 Denken Sie darüber nach, mit welchen Massnahmen sie beseitigt werden könnten.

Seien Sie kreativ. Es steht viel auf dem Spiel.



- 3 Bilden Sie zwei Gruppen und bewerten Sie die Wirkung der von der anderen Gruppe ergriffenen Massnahmen.

Nach Schätzungen von *TeleGeography* sind etwa 530 Unterwasser-Telekommunikationskabel in Betrieb oder in Planung. Bei einer Länge von mehr als 1,3 Millionen km stellen sie 95 % des weltweiten Internetverkehrs sicher.

Westliche Politiker befürchten, dass diese Infrastrukturen zu einem Angriffsziel für Russland und andere Länder werden könnten. Diese Befürchtungen sind berechtigt. Anschläge auf Unterwasserkabel finden recht häufig statt und sind nicht neu.

Während des Ersten Weltkriegs durchtrennte Grossbritannien deutsche Telekommunikationskabel, die durch den Atlantik verliefen. Das Deutsche Kaiserreich reagierte mit einer gezielten Beschädigung von Kabeln der Alliierten im Pazifischen und Indischen Ozean.

2013 enthüllte *Edward Snowden*, ein Informant bei der National Security Agency (NSA), einem auf Informationen elektromagnetischer

Herkunft spezialisierten US-Nachrichtendienst, dass im Rahmen eines anglo-amerikanischen Überwachungsprojekts mindestens 200 Glasfaserkabel weltweit abgehört wurden.

Jeremy Fleming, der Leiter des britischen Nachrichtendienstes GCHQ, warnte davor, dass China versuche, internationale Datenströme aus dem indopazifischen Raum in Abfangzentren auf chinesischem Boden umzuleiten.

Im November 2021 wurden Kabel durchtrennt, die akustische Unterwassersensoren vor der Küste im Norden Norwegens versorgten, einem Gebiet, das von russischen U-Booten befahren wird.

Im September 2022 wurden *Nord Stream 1 und 2*, die beiden Gaspipelines, die Russland unter der Ostsee mit Europa verbinden, durch Explosionen beschädigt.

UNSICHTBARE KRIEGSFÜHRUNG IN DER ZUKUNFT

Sie sind 20 Jahre älter.

(Keine Sorge, Sie werden diese Jahre genauso schnell wieder los, wie Sie älter geworden sind). Neue Arten der unsichtbaren Kriegsführung wurden entwickelt.

Wir werden uns genauer mit einigen möglichen Methoden befassen. Anschliessend werden wir uns einige Unmöglichkeiten vorstellen.

Meteorologische Kriegsführung

Was wäre, wenn Naturkatastrophen nicht durch die Natur selbst, sondern durch heimtückische Handlungen eines Feindes ausgelöst würden, der eine furchterregende neue Technologie entwickelt hat? Diese Hypothese wurde in jüngster Zeit sowohl in den USA als auch in Russland durch die Hurrikane Katrina und Rita genährt.

Die USA finanzierten nach dem Zweiten Weltkrieg Untersuchungen auf diesem Gebiet. Ab 1967 sollte das sogenannte «*Popeye Project*» während des Vietnamkriegs die Monsunzeit verlängern, damit die feindlichen Truppen im morastigen Dschungel stecken blieben.

1977 gab das Pentagon 2,8 Millionen US-Dollar für die Erforschung von Klimaveränderungen aus. Die Vereinten Nationen waren beunruhigt

und verabschiedeten eine Resolution, die den feindlichen Einsatz solcher Techniken untersagte. 1978 wurde ein entsprechender Vertrag unterzeichnet.

Im Jahr 1996 forderten US-Offiziere das Verteidigungsministerium auf, die Forschung auf diesem Gebiet fortzusetzen. Sie wollten verhindern, dass die USA den Anschluss an Russland und China verlieren.

«*Die Beeinflussung des Klimas ist möglich, aber nicht in einem solchen Ausmass wie bei den Hurrikanen Katrina und Rita*», bestätigte Yuri Tokarew, Forscher am russischen Forschungsinstitut NIRFI. Es ist aber nicht gesagt, dass es in einigen Jahren nicht doch im Bereich des Möglichen liegt.



2038 ↓ FIKTION

Regen und Sonnenschein

➔ Seit wir das Wetter beeinflussen können, herrscht Krieg. Die einen wünschen sich Sonnenschein, um spazieren zu gehen. Die anderen möchten Regen, um ihren Rasen zu bewässern. Regen und Sonnenschein sind nicht bloss ein ständiges Gesprächsthema, sondern ein anhaltender Grund für Konflikte.

Neue Methoden der unsichtbaren Kriegsführung

Zum Abschluss unserer Beschäftigung mit Unsichtbarkeit stellen Sie sich die unsichtbaren Kriege der Zukunft vor.

- 1 Wählen Sie drei Bereiche aus und setzen Sie Ihre Vorstellungskraft ein, die so leistungsfähig wie unsichtbar ist. Lassen Sie ihr freien Lauf. Schon Jules Verne sagte: «Alles, was ein Mensch sich vorstellen kann, werden andere Menschen verwirklichen.»

Beispiele:

Umwelt

Der Feind streut unsichtbare Nanopartikel in Gemüseärten. Wir nehmen sie mit dem Gemüse auf, und sie setzen sich in unserem Gehirn fest. Nach einigen Tagen blockieren sie unsere Sprachfähigkeit.

Gesundheit

Ferngesteuerte Insekten verbreiten einen Wirkstoff, der das Genom jedes Menschen verändert. Er beeinflusst unsere Grösse. So wird die Bevölkerung jeden Tag ein wenig kleiner.

FORTSETZUNG



deftech

deftech.ch

Gestaltung/Redaktion: Les Propulseurs propulseurs.com
Layout & Abbildungen: Sophie Brakha sophiebrakha.com

Auf dem Schlachtfeld unsichtbar zu sein hat einen gewissen Reiz, aber heute ist es legitim, sich die Fragen zu stellen: ob man in Bezug auf welchen Sensortyp; in welchem operativen Bereich; in welcher Situation unsichtbar sein kann! Ist es möglich, im gesamten elektromagnetischen Spektrum von den Bildschirmen zu verschwinden?

Dieses deftech.exploration Heft bringt Ihnen die Entwicklungen und Forschungen in diesem Bereich näher. Individuelle und Gruppenübungen helfen Ihnen dabei, in die Zukunft zu blicken.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Editions
Propulseurs



9 783952 565384