

MODERNE KRIEGSFÜHRUNG



Militärtechnik
Der Hype um den Hyperschall

Bellingcat
»Wir decken Kriegsverbrechen
auf der ganzen Welt auf«

Künftige Kriege
Angriff im Orbit



Antje Findeklee ist Head of Product bei Spektrum der Wissenschaft.

E-Mail: findeklee@spektrum.de

Liebe Lesende,

die Welt ist kein friedlicher Ort. Kriege und bewaffnete Konflikte bringen unvorstellbares Leid für die in den betroffenen Regionen lebenden Menschen, die traumatischen Erlebnisse prägen ein Leben lang. Daran hat sich seit Jahrhunderten nichts geändert.

Doch geändert haben sich die Methoden. Schon immer nutzen Kriegsparteien möglichst die modernste Technik, im Kleinen wie im Großen. Aber auch die Berichterstattung, die Dokumentation und die Verfolger von Kriegsverbrechen profitieren von neuen technischen Möglichkeiten. Das Grauen wird sichtbarer – und auch die Verantwortlichen. Das nährt die Hoffnung, dass sie auch zur Rechenschaft gezogen werden.

Mit friedlichen Grüßen

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antje Findeklee'.

Intel



PARILOV / STOCK.ADOBE.COM

KOMPAKT

Militärtechnik

Künftige Kriege

Taktische Nuklearwaffen

Springers Einwürfe

Open Source Intelligence

Bellingcat

MODERNE KRIEGSFÜHRUNG

04 Der Hype um den Hyperschall

18 Angriff im Orbit

34 Warum die Gefahr eines Atomkriegs steigt

41 Krieg der Automaten

45 Amateurdetektive auf der Jagd nach Kriegsverbrechern

64 »Wir decken Kriegsverbrechen auf der ganzen Welt auf«



MILITÄRTECHNIK

Der Hype um den Hyperschall

VON DAVID WRIGHT UND CAMERON TRACY

**Hyperschallwaffen –
neuartige Lenkflugkörper
mit vielfacher Schallge-
schwindigkeit – sollen
kaum zu entdecken und
abzuwehren sein. Doch
manche Experten sind
skeptisch, ob die Waffen
die Kriegsführung wirk-
lich revolutionieren
werden. Schon aus
physikalischen Gründen
können sie die hochge-
steckten Erwartungen
vermutlich kaum erfüllen.
Ein Gastbeitrag.**

2018 hat der russische Präsi-
dent Wladimir Putin eine
Ansprache vor der russischen Föderati-
onsversammlung gehalten, in der er ein
eskalierendes Wettrüsten mit den USA
androhte. Diese waren 2002 aus dem 30
Jahre zuvor geschlossenen ABM-Vertrag
zur Begrenzung von Raketenabwehr-
systemen ausgestiegen. Nach der einsei-
tigen Aufkündigung entwickelten und
bauten die USA ein Netz von Abfang-
maßnahmen gegen Langstreckenrake-
ten. Putin habe die US-Amerikaner ge-
warnt, und nun sähe Russland sich ge-

David Wright ist theoretischer Physiker am Laboratory for Nuclear Security and Policy am Massachusetts Institute of Technology. **Cameron Tracy** ist Ingenieur und Materialwissenschaftler in Cambridge. Zusammen mit David Wright engagiert er sich bei der Union of Concerned Scientists, einer Vereinigung, die sich unter anderem für Abrüstung einsetzt.

AUF EINEN BLICK

Entzauberte Wunderwaffen

01 Militärmächte erforschen Rake-
ten, die mit mehr als fünffacher
Schallgeschwindigkeit fliegen und
dabei lenkbar bleiben sollen. Das
Ziel: feindliche Abwehrsysteme um-
gehen.

02 Aerodynamische Untersuchungen
entlarven viele Versprechungen je-
doch als überzogen. So weit jenseits
der Schallmauer treten extreme phy-
sikalische Effekte auf, die technisch
nur schwer zu bewältigen sind.

03 In der Praxis sind Hyperschallwaf-
fen bestehenden Systemen wie Inter-
kontinentalraketen kaum überlegen.
Sie wären weder bedeutend schneller
noch gut zu steuern – und wegen
enormer Hitzeentwicklung obendrein
leicht von Satelliten zu entdecken.

zwungen, darauf zu reagieren. Darum entwickle Russland neben anderen Systemen jetzt neue Hyperschallwaffen.

Dabei handelt es sich um Flugkörper, die mit mehr als der fünffachen Schallgeschwindigkeit über große Entfernungen durch die Atmosphäre steuern. Mit Mach 1 wird die einfache Schallgeschwindigkeit bezeichnet. Das bis zu Fünffache wird Überschall und alles über Mach 5 Hyperschall genannt. Putin zufolge sollen die »Awangard«-Flugkörper mit einem Anfangstempo von mehr als Mach 20 Tausende von Kilometern weit gleiten und »absolut unverwundbar durch jedes Luft- oder Raketenabwehrsystem« sein. Putin untermauerte die Drohkulisse mit Computeranimationen der Waffen, die sich den Globus entlang- und um Abfangraketen herumschlängeln.

Am 18. März 2022 soll Russland dann tatsächlich erstmals mit einer Hyperschallwaffe angegriffen haben. Mit einer Rakete des Typs »Kinschal« sei ein unterirdisches Munitionslager in der Ukrai-

ne zerstört worden, hieß es aus Moskau. Abgefeuert wurde das Geschoss offenbar von einem Kampfflugzeug. Im Anschluss folgten weitere Angriffe auf andere Ziele.

Putins Ankündigung heizte bereits 2018 einen gefährlichen Rüstungswettlauf an. Die daran beteiligten Militärmächte preisen die neuen Wunderwaffen nicht nur als schnell an, sondern darüber hinaus als gut manövrierbar und schwer zu entdecken. Das wären klare Vorzüge gegenüber den bekannten Interkontinentalraketen. Diese dringen auf einer elliptischen Flugbahn in den Weltraum ein und stürzen dann auf ihr Ziel zu. Dabei erreichen sie zwar ebenfalls Geschwindigkeiten von mehr als Mach 20, haben aber während des größten Teils der Strecke eine vorhersehbare »ballistische« Trajektorie und lassen sich in der Regel nur kurzzeitig steuern, nachdem sie wieder in die Atmosphäre eingetreten sind. Im Gegensatz dazu würden Hyperschallwaffen die meiste Zeit in der Atmosphäre fliegen und den durch die Luftströmung erzeugten Auftrieb nutzen, um Abfang-

maßnahmen auszuweichen. Da sie sich in relativ geringer Höhe bewegen, könnten bodengestützte Radarsysteme sie erst in der Nähe ihres Ziels entdecken.

Als Reaktion auf Putins Ansprache erklärten US-Militärs, Hyperschallwaffen würden »die Kriegsführung revolutionieren« – und verstärkten eigene Anstrengungen in dem Bereich. Allein 2021 stellte der US-Kongress 3,2 Milliarden Dollar für die Forschung und Entwicklung von Hyperschallwaffen und zugehörigen Abwehrmaßnahmen bereit. In den verschiedenen Teilstreitkräften des Landes gibt es sechs bekannte Hyperschallprogramme. Auch China forscht an solchen Systemen.

In bestimmten Szenarien militärisch vorteilhaft – aber keineswegs eine Revolution

Befürworter behaupten, die Waffen seien unglaublich flink und praktisch unsichtbar. Wir sind anderer Meinung. Als Teil einer weltweiten Gemeinschaft von Fachleuten aus der Physik und den Ingenieurwissenschaften sammeln wir so

viele Informationen wie möglich über neue und in der Regel geheime Technologien, analysieren sie und geben unsere Einschätzungen an die Öffentlichkeit weiter. Unsere Untersuchungen zeigen: Hyperschallwaffen könnten in bestimmten Szenarien militärisch vorteilhaft sein, aber sie stellen keineswegs eine Revolution dar. Viele Behauptungen, die den Hyperschall-Rüstungswettlauf zwischen den USA, Russland und China antreiben und internationale Spannungen verschärfen, sind übertrieben oder schlichtweg falsch.

Seit fast einem Jahrhundert versuchen Militärs, Flugzeuge im Hyperschallbereich zu entwickeln, allerdings mit mäßigem Erfolg. In den späten 1930er Jahren haben der österreichische Ingenieur Eugen Sänger und die deutsche Physikerin Irene Bredt das erste Hyperschallflugzeug entworfen, einen Gleiter namens Silbervogel. Es sollte mit Raketentriebwerken starten und sich mit Hilfe aerodynamischer Effekte in der Luft halten. Die Konstrukteure des NS-Regimes sa-

hen wegen der Komplexität und der Kosten jedoch von der praktischen Umsetzung ab.

Die während des Zweiten Weltkriegs entwickelten Raketentriebwerke wurden hingegen vielfach eingesetzt, auch in der Luftfahrt. In den folgenden Jahrzehnten stellten experimentelle Flugzeuge mit dem auf einem Gemisch aus Brennstoff und einem Oxidationsmittel basierenden Antrieb einen Geschwindigkeitsrekord nach dem anderen auf. Im Oktober 1947 durchbrach mit der raketengetriebenen X-1 erstmals ein Mensch offiziell die Schallmauer. In den 1960er Jahren erreichte die X-15 bei Tests Mach 6,7. Pilotengesteuerte Raketenflugzeuge kamen nie über die Prototypphase hinaus, auch wegen der extremen Beschleunigungen, die auf den Organismus einwirken. Unterdessen ermöglichte es das Antriebsprinzip den USA und der Sowjetunion, mit Atomwaffen bestückte ballistische Raketen zu bauen, die mit mehr als Mach 20 von Kontinent zu Kontinent jagen können.

In der militärischen und kommerziellen Luftfahrt wurde stattdessen eine andere Technologie zum Standard: das Turbinen-Strahltriebwerk. Das Bauteil nutzt einströmenden Luftsauerstoff zur kontinuierlichen Verbrennung von Treibstoff. Dadurch entfällt das Gewicht des Oxidators, der beim Raketentriebwerk zusätzlich mitgeführt werden muss. 1976 erreichte die Lockheed SR-71 Blackbird mit etwa Mach 3 die bis heute höchste Geschwindigkeit für ein mit Turbinen-Strahltriebwerken ausgerüstetes Flugzeug. Luft einsaugende Triebwerke stecken außerdem in unbemannten, steuerbaren Marschflugkörpern, von denen die schnellsten Überschallgeschwindigkeiten erreichen können.

Unterdessen blieb die Geschichte der Hyperschallgleiter wechselvoll. Nachdem die USA bis 1963 mehr als fünf Milliarden Dollar (nach heutiger Kaufkraft) für die Entwicklung des auf dem Silbervogel beruhenden Flugkörpers X-20 ausgegeben hatten, beendeten sie das Projekt. Erst nach den Anschlägen vom 11. Septem-