


RESEARCH ARTICLE

# Technikfolgenabschätzung in der ‚Zeitenwende‘: Ambivalenzen der Reflexion auf sicherheitsrelevante Technologien

Martina Philippi<sup>\*,1</sup> 

**Zusammenfassung** · Unter dem Schlagwort ‚Zeitenwende‘ werden neuartige geopolitische Erfordernisse an nationale Sicherheit und Resilienz verhandelt, durch die die Grenzen zwischen ziviler und militärischer Forschung zunehmend verschwimmen. Darüber hinaus wird die Kontrollierbarkeit sicherheitsrelevanter Technologien durch neue Technikentwicklungen erschwert. Diese Sicherheitserfordernisse kollidieren mit drängenden gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem Klimawandel und der raschen, schwer einschätzbaren Entwicklung künstlicher Intelligenz. Dieser Situation kann durch einseitige Betrachtungsweisen nur schwer begegnet werden. Technikfolgenabschätzung kann dabei helfen, den Diskurs mit der nötigen Ambivalenz auszustatten, um diesen neuen Entwicklungen in der zivil-militärischen Zusammenarbeit Rechnung zu tragen.

*Technology assessment in a time of historic change: On the ambivalence of a methodological reflection of security-relevant technologies*

**Abstract** · Under the buzzword ‘Zeitenwende,’ new geopolitical requirements for national security and resilience are being negotiated, increasingly blurring the boundaries between civilian and military research. In addition, new technological developments are making it more difficult to control security-related technologies. These security requirements collide with urgent societal challenges such as climate change and the rapid and difficult-to-assess development of artificial intelligence. This situation is difficult to address with a one-sided approach. Technology

assessment can help provide the discourse with the necessary ambivalence to take these new developments in civil-military cooperation into account.

**Keywords** · global technology assessment, dual use, Zeitenwende

*This article is part of the Special topic “Technology assessment and future warfare: The Good, the Bad, and the Ugly,” edited by K. Weber, M. Bresinsky. <https://doi.org/10.14512/tatup.7286>*

## Einleitung

Wir leben in einer Zeit des Wandels. Neue geopolitische Herausforderungen haben, so die Worte des ehemaligen Bundeskanzlers Olaf Scholz, eine ‚Zeitenwende‘ eingeleitet (BPA 2022), aus der die von Verteidigungsminister Boris Pistorius benannte Notwendigkeit folgt, verteidigungsfähig und wehrhaft zu werden (Tageschau 2023). Insbesondere der von Pistorius gewählte Begriff ‚kriegstüchtig‘ löste eine Debatte über Aufrüstung, Wehrpflicht und Verteidigungsfähigkeit der Bundeswehr aus, an der sich wandelnde gesellschaftliche Haltungen ablesen lassen (Neitzel 2024; Graf 2025): Während die einen eine Notwendigkeit von Wehrhaftigkeit im Sinne der Durchführung des verfassungsrechtlichen Auftrags der Bundeswehr feststellen, befürchten andere eine Normalisierung von Aufrüstung (Bartscher et al. 2025). Normalisierung bedeutet im Allgemeinen, dass Situationen, Deutungen oder Praxen selbstverständlich werden; dies geht häufig mit einer erschwerten Thematisierbarkeit und einer schwindenden Sichtbarkeit von Ambivalenzen einher, deren Anerkennung für eine differenzierte Betrachtung des Themas jedoch unerlässlich ist. Die Befürchtungen im Kontext der Zeitenwende-Diagnose betreffen auch die Technikfolgenabschätzung (TA), insofern eine militärstrategische Nutzung ihrer Ergebnisse entgegen ihrer Intention denkbar ist und zudem eine dezidierte Hinwendung zu militärrelevanten Technologien zu einer Normalisierung beitragen könnte. Dieser Beitrag fragt danach, inwiefern eine Einbeziehung militärrelevanter Themen in den Gegenstandsbereich

\* Corresponding author: [martina.philippi@hsu.hamburg](mailto:martina.philippi@hsu.hamburg)

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Politikwissenschaften, insbesondere Politische Theorie/Democratic Resilience Center, Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg, Hamburg, DE

der TA vertretbar und sogar erforderlich ist, um ihrem eigenen Anspruch gerecht zu werden, demokratische Werte zu vertreten und zur Gestaltung eines ‚guten Anthropozäns‘ (Grünwald 2024) beizutragen. Adressiert werden Ambivalenzen mit Bezug auf Wehrhaftigkeit, wirtschaftlich-politische Verschränkungen und dem Wandel der Dual-Use-Landschaft. Anschließend wird skizziert, wie TA in ihren Ausprägungen als globale und hermeneutische TA ihre Potenziale einsetzen kann, um sichtbar zu machen und zu halten, was im Zuge der befürchteten Normalisierung verdeckt werden könnte.

## Das ‚gute Anthropozän‘ nach der ‚Zeitenwende‘

Die Leitidee des guten Anthropozäns besteht in Gestaltungsanforderungen, die daraus resultieren, dass im Anthropozän Wohlstand und technischer Fortschritt, aber auch globale Abhängigkeiten und katastrophale Umweltfolgen entstanden sind, die nur mit Verzögerung erkannt werden. Die ‚Zeitenwende‘ hat diese Problematik zugespitzt, denn ein Szenario, das nun aus menschheitlicher Sicht unbedingt vermieden werden muss, ist ein Zurückstellen der in der Aufgabe eines gut gestalteten Anthropozäns implizierten Werte zugunsten des Austragens von Konflikten. Dies betrifft unter anderem ökologische Kosten wie etwa die des hohen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, der nicht nur im Konfliktfall, sondern bereits bei der Herstellung von Wehrhaftigkeit etwa im Rahmen von Übungen verursacht wird (Adolphsen 2025).

Eine normative Voraussetzung für ein *gutes* Anthropozän ist eine grundsätzliche, global getragene Bereitschaft zu Kompromissen und gemeinsamer Gestaltung, wie sie etwa in den Sustainable Development Goals der UNO formuliert sind. Diese global-menschheitliche Perspektive unterliegt jedoch einem Paradox: Auch wenn Werte wie Frieden und Erhalt von Lebensraum von allgemeinem Interesse sein müssten, handeln nicht alle politischen und wirtschaftlichen Akteure in ihrem Sinne, sondern nutzen temporale und soziale Strukturen der Ungleichverteilung von Ressourcen und Macht aus. So haben russische Machtinteressen mit dem Angriffskrieg in Europa zur eingangs erwähnten Situation der Zeitenwende geführt und überholt glaubte geopolitische Erfordernisse auf den Plan gerufen. Da die menschheitliche Perspektive in diesem Sinne mit der Annahme, alle seien grundsätzlich an Frieden interessiert, als ‚kosmopolitischer Idealismus‘ (Šedivý 2025) naiv anmutet, erfolgt in der Debatte angesichts einer „Phase verstärkter Instabilität [...] innerhalb einer multipolaren Weltordnung“ (Sailer 2024, S. 315) gleichsam ein *realistic turn*. Die Frage ist also, wie Akteure, die entgegen dem globalen Interesse des guten Anthropozäns handeln, als Problemfaktoren anerkannt und in die strategischen Überlegungen zu seiner Gestaltung einbezogen werden können.

### Das Dual-Use-Potenzial der Technikfolgenabschätzung

Dabei steht die TA selbst vor zwei Ambivalenzen. Die eine ist ihre Instrumentalisierbarkeit. Wenn Technikfolgenabschätzung sich sicherheitsrelevanten Themen zuwendet, entsteht eine Art

Dual-Use-Szenario für ihre Methoden und Ergebnisse. Einerseits werden dringend notwendige Analysewerkzeuge und Argumente entwickelt, die für eine Regulierung etwa autonomer Waffensysteme sowie für einen öffentlichen Diskurs erforderlich sind (Haner und Garcia 2019; Grünwald und Kehl 2020). Andererseits ist eine militärstrategische Ausbeutung des antizipatorischen Moments denkbar und entspricht der Einschätzung der Leopoldina-Empfehlung, dass auch geistes- und sozialwissenschaftliche Erkenntnisse sicherheitsrelevante Forschung darstellen können (Leopoldina und DFG 2022). Gerade Modellierungen und Vorhersagen könnten strategisch umgewidmet werden. Historisch lässt sich dies an den Schriften Herman Kahns zu den Folgen nuklearer Angriffe exemplifizieren, der eine Folgenabschätzung mit einer militärischen Strategie zur gegenseitigen Abschreckung und dem heute wie damals umstrittenen Modell einer Eskalationsleiter kombinierte (exemplarisch: Kahn 1970). Zwar würdigen die Vorworte und Klappentexte der Schriften Kahns insbesondere in späteren Ausgaben und den deutschen Übersetzungen ihn dafür, gezeigt zu haben, wie wenig wünschenswert ein nuklearer Schlagabtausch ist. Dennoch ist die am RAND Institute entwickelte, umstrittene Theorie der Eskalation noch heute Teil militärstrategischer Überlegungen (Sauer 2022). Im Fall einer solchen militärstrategischen Verwendung würden Ergebnisse der TA aus Modellierung und Antizipation in einer Weise genutzt werden, die ihrem Ziel, zu einer guten Gestaltung des Anthropozäns beizutragen, zuwiderlaufen.

### Die Ambivalenz militärrelevanter Technologien

Die zweite Form von Ambivalenz bezieht sich auf die unmittelbaren und mittelbaren Zwecke von militärrelevanten Technologien. Bei der von Pistorius eingeforderten Wehrhaftigkeit geht es gemäß seiner Argumentation nicht um beabsichtigte Zerstörung, sondern um die Vermeidung eines militärischen Angriffs und die Verteidigung der Demokratie. Aus Sicht der Reflexion auf Technikentwicklung ergibt sich folgende Ambivalenz: Zerstörung durch militärrelevante Technologien, auch von Leben und Lebensgrundlagen, sind nicht unerwünschte Nebenfolgen dieser Technologien, sondern ihr *unmittelbarer* Zweck, auch wenn diese Zerstörung *mittelbar* als Potenzial zu Verteidigungs- und Abschreckungszwecken einkalkuliert wird. Daher bringt die Förderung von Wehrhaftigkeit im Sinne einer Verteidigung der Demokratie auch neue Waffentechnologien in die Welt, die potenziell nicht zu Verteidigung und Abschreckung, sondern auch zu Angriff und Bedrohung genutzt werden können.

Diese Ambivalenz adressiert auch die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina in ihren Empfehlungen zum Umgang mit sicherheitsrelevanter Forschung. Diese „ist eine wesentliche Grundlage für den Fortschritt der Menschheit. Sie dient der Wissensvermehrung und fördert Gesundheit, Wohlstand und Sicherheit der Menschen sowie den Schutz der Umwelt“; sie ist „dem Wohl der Menschheit sowie dem Schutz der Umwelt und anderer – vor allem verfassungsrechtlich geschützter – Güter verpflichtet“ (Leopoldina und DFG 2022, S. 9–10). Hierin spiegelt sich das Interesse des guten Anthropozäns, jedoch auch der

verfassungsgemäße Schutz freiheitlicher Lebensbedingungen. Es mag zunächst nach klarer Abgrenzung klingen, wenn die Empfehlungen die Gefahr des Missbrauchs nützlicher Forschungsergebnisse thematisieren, vor allem im Sinne der besorgniserregenden sicherheitsrelevanten Forschung (Dual-Use Research of Concern), die potenziell „Wissen, Produkte oder Technologien

fürchtet wird. Eine solche Normalisierung geschieht häufig aus einem politischen Interesse heraus mit entsprechenden Narrativen (Creed 2013), doch sie kann auch wirtschaftlichen Interessen folgen. Ebenso wie in der zivilen Entwicklung und Beförderung neuartiger Technologien vermischen sich im Kontext sicherheitsrelevanter Technikentwicklung Akteure aus Politik, Wirtschaft

*Auch wenn Werte wie Frieden und Erhalt von Lebensraum von allgemeinem Interesse sein müssten, handeln nicht alle politischen und wirtschaftlichen Akteure in ihrem Sinne.*

hervorbringen [kann], die unmittelbar von Dritten missbraucht werden können, um Menschenwürde, Leben, Gesundheit, Freiheit, Eigentum, Umwelt oder ein friedliches Zusammenleben erheblich zu schädigen“ (Leopoldina und DFG 2022, S. 10). Doch die Empfehlungen erkennen eine erschwerte Unterscheidbarkeit „von ‚guter‘ und ‚böser‘ Forschung, von Verteidigungs- und Angriffsforschung, von Forschung für friedliche und für kriminelle Anwendungen“ (Leopoldina und DFG 2022, S. 10) an. Die Beforschung von Dual-Use-Themen kann im Sinne des Gemeinwohls sogar ethisch geboten sein: „Gleichzeitig kann die Unterlassung von Forschung erhebliche Risiken nach sich ziehen, wenn dadurch z. B. die Entwicklung von Schutzmaßnahmen blockiert wird oder Innovationen ausbleiben, die dem Gemeinwohl dienen.“ (Leopoldina und DFG 2022, S. 9) Und dies gilt auch für eine „Unterdrückung von Forschungsergebnissen“, durch die gegebenenfalls ein „wirksamer Schutz gegen ihre missbräuchliche Anwendung durch totalitäre Regime, terroristische Gruppen, organisierte Straftäter oder Einzeltäter nicht möglich ist.“ (Leopoldina und DFG 2022, S. 17).

Obwohl die Leitunterscheidung der Empfehlungen *Technologien* als ‚beneficial‘ und ‚harmful‘ kennzeichnet, zählt letztlich der *Kontext* ihrer Verwendung: Forschung wird als sicherheitsrelevant beurteilt in Bezug auf malevolente Akteure, die sich kriminell bzw. völkerrechtswidrig verhalten. Forschung im Sinne von Verteidigung kann sogar ethisch geboten sein. Für die TA ergibt sich daraus eine Spannung zwischen dem Anspruch der Reflexion und verantwortungsvollen Mitgestaltung von Technikentwicklung und der Verteidigung von Demokratie und freiheitlichen Lebensbedingungen, auf deren Basis eine verantwortungsvolle und partizipative Technikgestaltung erst möglich ist.

### Normalisierung als Vereindeutigung durch politische und wirtschaftliche Interessen

Diese Ambivalenz von Waffentechnologien als Angriffs- und als Verteidigungsinstrument kann durch ‚Vereindeutigung‘ (Bauer 2022) unsichtbar gemacht werden, etwa im Sinne einer Normalisierung von Aufrüstung, wie sie derzeit gesellschaftlich be-

und Wissenschaft und somit auch die Wechselwirkungen ihrer Tätigkeitsfelder. In seiner „Rede über die drei Weltkriege“ beschreibt Günther Anders eine solche Vermischung und bezeichnet die Rüstungsindustrie als „Doppelindustrie“ (Anders 1966): Sie funktioniert nach der Logik jeder anderen Industrie – um Umsatz zu machen, erzeugt sie nicht nur Produkte, sondern fördert auch den Bedarf, den sie bedient. Mit anderen Worten: Sobald politische Erfordernisse in Wechselwirkung mit anderen Funktionslogiken treten, erzeugen deren Erfordernisse eigene Dynamiken. Gerade die Forschung an anwendbaren Technologien ist vor dem Hintergrund von wirtschaftlichem und auch zunehmendem akademischen Konkurrenzdruck ihrer Natur gemäß nach vorne gerichtet und kann sich dann auch bei Dual-Use-Potenzial auf das Narrativ eines nationalen oder menschheitlichen Fortschritts berufen.

Eine solche Spirale schießt nicht nur sprichwörtlich über das Ziel hinaus, sondern bedroht auch das Erreichen zweier dringender menschheitlichen Ziele, die bei der Verteilung begrenzter finanzieller und zeitlicher Ressourcen zurückgestellt werden könnten: die Schadensbegrenzung bei den Folgen des Klimawandels und die verantwortungsvolle, rechtzeitige Regulation neuartiger Technologien und ihrer Begleitfolgen, etwa künstlicher Intelligenz (KI). Eine solche von Funktionslogiken getriebene Dynamik ist jedoch nur ein Teil der ökonomischen Dimension. Zu beachten ist auch die Rolle der nicht auf Rüstung spezialisierten Privatwirtschaft, die bislang in der Debatte um Wehrhaftigkeit eine untergeordnete Rolle gespielt hat. Dazu gehören die private Kontrolle breit genutzter Technologien und Infrastrukturen (Dörr und Kowalski 2022) und der dadurch mögliche unmittelbare politische Einfluss von Wirtschaftsakteuren sowie deren Erlangen hoher politischer Positionen. Dazu kommt nun verstärkt die Möglichkeit, dass private Unternehmen durch zivil-militärische Kollaborationen in Forschung und Entwicklung zunehmenden Einfluss auf Regierung und Militär erhalten (O’Mara 2025). Es prallen also in den geopolitischen und ökonomischen Konstellationen der Gegenwart nicht nur das ‚Wir‘-Narrativ des menschheitlichen Fortschritts und das in rivalisierende Nationen zersplitterte, abgrenzende ‚Wir‘-Narrativ der Macht und des Bedrohungspotenzials aufeinander, sondern

auch das des wirtschaftlichen Wettbewerbs, und dies durchaus ineinander verschränkt.

## Rüstungskontrolle im Wandel: Dezentralisierung und Modularisierung Dual-Use-relevanter Technikentwicklung

Eine dritte Quelle von Ambivalenz besteht in der Dezentralisierung und Modularisierung sicherheitsrelevanter Forschung. Exemplarisch nennt die Leopoldina-Empfehlung solche zu pathogenen Mikroorganismen und Toxinen, in der molekularen Pflanzengenetik oder in Materialforschung und Nanotechnologie

lassen. Modularität ist nicht nur ein Nebeneffekt zunehmend arbeitsteiliger interdisziplinärer Kooperationen in Entwicklung und Forschung, sondern auch ein *Designziel*, um Erkenntnisse effizient und rasch auf andere Anwendungsfelder übertragen zu können (Kekec et al. 2013; Feng et al. 2024). Die Verbreitung der Ergebnisse, etwa Integrationswissen bezüglich KI und Sensorik gemäß dem Grundsatz von Open Science, führt zusammen mit der einfachen Erhältlichkeit von Komponenten zu Erschwernissen bei der Beherrschung von Dual-Use-Effekten (Riebe 2023; Rychnovská 2016), auch in Bezug auf nichtstaatliche malevolente Akteure (Grossman 2018). Besonders, aber nicht nur im Zusammenhang mit Sensorik und KI sind militärisch relevante Entwicklungen zunehmend verwandt mit zivilen Anwendungen,

### *Zu beachten ist auch die Rolle der nicht auf Rüstung spezialisierten Privatwirtschaft.*

sowie Robotik und Cybersicherheit. Mit dem klassischen Szenario der Kernenergie haben diese Beispiele gemeinsam, dass sie Technologiefelder darstellen, in denen bereits einzelne Forschungsergebnisse und daraus entwickelte Technologien globale Risiken erzeugen können, sei es als unerwünschte Nebenfolgen einer zivilen Anwendung oder als direktes militärisches Zerstörungspotenzial (etwa im Sinne von Massenvernichtungswaffen). Was sie vom bekannten Szenario etwa der Kernenergie unterscheidet, ist die leichtere Zugänglichkeit vonseiten verschiedener Akteure bezüglich des Materials, der Arbeitsumgebung und der Fähigkeiten. Mit anderen Worten: Angereichertes Uran ist schwerer zu bekommen als natürlich entstehende Krankheitserreger; Arbeitsumgebungen wie Labore (Biotechnologie) oder leistungsfähige Computer (Hacking) stehen breit zur Verfügung, die entsprechenden Fähigkeiten lassen sich je nach Feld studieren oder aneignen.

Anders als im Fall Kernenergie entwickeln sich neuartige sicherheitsrelevante Technologien daher viel schneller, unkontrollierter und dezentral. Militärische Anwendungen waren vor einigen Jahrzehnten stark auf Forschungsinstitutionen angewiesen; um die ausschließlich friedliche Nutzung von Kernenergie voranzubringen, ohne damit in nukleare Waffenentwicklung und Aufrüstung verwickelt zu werden, etablierten Forschungseinrichtungen die Zivilklausel (Nielebock et al. 2012). Im aktuellen Szenario leichter verfügbarer Materialien und einer Verbreitung von Wissen und Anwendungsinteressen findet Entwicklung auch außerhalb von universitären und anderen nichtkommerziellen Forschungseinrichtungen statt; unter anderem betreiben Konzerne wie Alphabet oder OpenAI eigene Forschung, um Marktanteile und Wissensvorsprünge zu sichern.

Zusätzlich zur Dezentralisierung führt eine zunehmende Modularisierung von Technikentwicklung zu breit verfügbaren, vielfältig kombinierbaren Komponenten und Fähigkeiten, die die Grenze von ziviler und militärischer Forschung verschwimmen

was die Dual-Use-Thematik zugleich verschärft und schwerer greifbar und regulierbar macht. Die Gefahr ist hier, dass die *Erschwerung* der Identifikation und Kontrolle von Dual-Use-Technologien die Reflexion nach alten Mustern so verunsichern kann, dass sie an Gehör und Wirkmächtigkeit verliert, obwohl sie in den Fällen dezentraler und modularer Technikentwicklung erst recht gefragt ist (Philippi 2025).

### Ambivalenzanalyse, globale und hermeneutische Technikfolgenabschätzung: das Verdeckte sichtbar machen

Die bisher aufgeworfenen Fragen lauten also: Wie kann TA Akteure, die entgegen dem globalen Interesse des guten Anthropozäns handeln, als Problemfaktoren anerkennen und in die strategischen Überlegungen zu seiner Gestaltung einbeziehen? Wie kann Technikfolgenabschätzung den geopolitischen Herausforderungen gerecht werden, ohne selbst, etwa im Sinne eines ‚ethics washing‘, für Deutungen vereinnahmt zu werden, die eine von Machtbestrebungen oder wirtschaftlichen Interessen vorangetriebene Normalisierung von Aufrüstung beinhalten? Und was ist der Gegenstand der TA, wenn nicht unerwünschte Technikfolgen?

Eine mögliche Strategie gegen eine Instrumentalisierung ist zunächst eine Verständigung über die eigenen normativen Grundannahmen, wie sie bereits stattfindet (Kollek 2019) und nach der Zeitenwende-Diagnose an die Motivation, Demokratie zu bestärken und zu erhalten (Grunwald und Saretzki 2020), zurückgebunden werden kann. Der Anspruch der TA, zu einer guten Gestaltung des Anthropozäns beizutragen, schafft einen Reflexionsrahmen, in dem auch Akteure, die entgegen diesen menschheitlichen Zielen von Wohl der Menschheit, Nachhaltigkeit und Menschenrechten handeln, als Problemfaktoren anerkannt und

in die strategischen Überlegungen zum globalen Gemeinwohl einbezogen werden können. Die Ambivalenz der Entwicklung von Verteidigungstechnologien, aber auch die Rolle der Wirtschaft kann gezielt gegenüber TA-eigenen Werten wie Nachhaltigkeit und Demokratie thematisiert werden. Dynamiken und verdeckte Strategien einer wirtschaftlich oder politisch getriebenen Normalisierung oder Priorisierung von Aufrüstung können so sichtbar gemacht und adressiert werden. Da TA sich an der Schnittstelle von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft befindet, kann dieser Reflexionsraum über die wissenschaftliche Analyse hinaus helfen, auch die gesellschaftliche Debatte mit der nötigen Ambiguitätstoleranz (Bauer 2022) auszustatten. Dazu hat TA bereits gute methodische Mittel.

*Anders als im Fall Kernenergie entwickeln sich  
neuartige sicherheitsrelevante Technologien  
viel schneller, unkontrollierter und dezentral.*

Ihre Methodik und ihre Bindung an die gute Gestaltung des Anthropozäns befähigen die TA insbesondere als *globale* TA (Hennen et al. 2023), Wertkonflikte und damit verbundene problematische Vereinfachungen und Verdeckungen in der Beurteilung von Aufrüstung und intensivierter Militärforschung sichtbar und thematisierbar zu machen, ohne die globale Perspektive preiszugeben. Der *hermeneutische* Ansatz kann ebenfalls helfen, Narrative und Vereinfachungen aufzudecken. Schließlich geschieht das Handeln aus wirtschaftlichen Interessen, das eine Normalisierung von Aufrüstung vorantreiben kann, häufig grundsätzlich in gezielter Verdeckung kommerzieller Interessen unter einem vermeintlichen Menschheitsnutzen in einem solutionistischen Sinne (Daub 2020; O'Mara 2025). Gerade solche Verdeckungen können durch die TA adressiert werden, und zwar als Reflexion auf privatwirtschaftliche Interessen unter Aspekten der Demokratie (Frey et al. 2020). Unter Einbezug der Anthropozän-Perspektive bietet sich hier ein breites Tätigkeitsfeld auch in Bezug auf sicherheitsrelevante Technologien. Die Ambivalenzen selbst können durch eine *Ambivalenzanalyse* (Liebert und Schmidt 2018) adressiert und systematisiert und so im wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskurs verankert werden.

Dieses Sichtbarmachen von Dynamiken sowie von systematisch und zielgerichtet verdeckten (wirtschaftlichen oder machtpolitischen) Interessen kann schließlich in die Perspektive des guten Anthropozäns zurückgespielt werden, nämlich mit der Frage, in welcher Welt wir leben wollen. Denn Forschungsgegenstände der TA können – in einem ganz eindeutig militärrelevanten Sinne – die Entwicklung und Regulierung sicherheitsrelevanter Technologien sein, insbesondere neuartige Waffensysteme im Kontext von KI wie etwa bewaffnete Drohnen (Koch und Rinke 2018), höhere Automatisierungsgrade (Stichwort: human-in-the-loop) und Cyberkriegsführung über digitale Angriffe auf zivile

und militärische Infrastrukturen; es können jedoch auch die ökologischen Folgen von Kriegshandlungen sein, die eine neue Bedeutung gewonnen haben, insofern stärker als je zuvor CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Zerstörung von Natur den Erhalt unserer Lebensgrundlagen bedrohen. Diese Gegenstände können jedoch auch für die Einschätzung der Wirkmächtigkeit neuartiger Waffensysteme relevant sein, woraus sich das oben aufgeführte Dual-Use-Risiko ihrer Ergebnisse ergibt. Dies entspricht dem bereits etablierten TA-Bereich der Rüstungskontrolle (Bielefeld und Eurich 2005). Die Gegenstände einer TA, die sowohl den Anspruch der guten Gestaltung des Anthropozäns als auch die geopolitischen Erfordernisse der ‚Zeitenwende‘ adressiert, müssen daher nicht zwingend Militärtechnologien sein. Vor dem Hintergrund der

durch Dezentralisierung und Modularisierung schwerer trennbaren zivilen und militärischen Technikentwicklung kann sie Technologien, die im Militärkontext als *Gamechanger* gelten, auf ihre menschheitlichen Folgen befragen und so den militärischen Kontext einbeziehen und zugleich überschreiten.

### Neue Herausforderungen, bewährte Methodik

Eine der Demokratie verpflichtete Wehrhaftigkeit muss verantwortungsvoll und ambiguitätstolerant gestaltet sein. Denn nur wenn das Paradox der Wehrhaftigkeit, das in der Entwicklung potenziell destruktiver Technologien zum Erhalt von Frieden und demokratischen Lebensbedingungen besteht, als solches anerkannt wird, lassen sich gefährliche Vereindeutigungen wie die Normalisierung und Priorisierung von Aufrüstung, die einem politischen oder wirtschaftlichen Kalkül folgen, mit hinreichender Tiefe artikulieren und diskutieren. Insbesondere unter dem Aspekt der Resilienz ist Demokratie darauf angewiesen, Paradoxien auszuhalten (Schaal 2025). Eine verantwortungsvolle Arbeit an der Verteidigungsfähigkeit bedarf in diesem Sinne eines kritischen gesellschaftlichen Diskurses sowie der Konzentration auf das Notwendige im Sinne der Deeskalation und der größtmöglichen Vermeidung von Umweltfolgen. Aufgabe der Technikfolgenabschätzung ist es dann, Fragestellungen wie die Verteidigungsfähigkeit in politischer Instabilität, neuen Vulnerabilitäten und Abhängigkeiten sowie Visionen eines ‚future war‘ mit dem Ziel eines im Rahmen des (noch) Möglichen gut gestalteten Anthropozäns zu analysieren. Für diese Aufgaben ist der Selbstanspruch der Technikfolgenabschätzung relevant, Gestaltungsspielräume wahrzunehmen und für Verständigungsprozesse sichtbar zu machen, was nur aus verschiedenen Perspektiven gesehen

werden kann und unter Umständen interessenbedingt verdeckt wird. Insbesondere für den Aspekt der rechtlichen Mitgestaltung mittels Information und Beratung wäre in weiteren Untersuchungen zu zeigen, wie auf Entwicklungen, deren Akteure sich nicht ethisch gebunden sehen, durch Regulierung Einfluss genommen werden kann.

Denkbar wäre hier etwa eine Mitwirkung global verstandener Technikfolgenabschätzung an der Aktualisierung des Völkerrechts bezüglich neuer Waffensysteme, menschheitlich-ökologischer Herausforderungen oder digitaler Kriegsführung. Hier besteht insbesondere für eine dezidiert globale TA (Hennen et al. 2023) die Chance, die genannten Fragen gesellschaftlich mit unterschiedlichen nationalen Perspektiven auszuhandeln und Empfehlungen auf globaler Ebene zu formulieren, etwa im Anschluss an und in Erweiterung von global ausgehandelten Zielen in menschheitlich-globaler Perspektive wie den Sustainable Development Goals der UNO. Das würde für eine ethische Abwägung von Kosten und Nutzen die Aufwendungen zur Sicherung von Wehrhaftigkeit explizit den menschheitlichen Kosten gegenüberstellen, die mit dem – ebenfalls menschheitlichen – Fortschritt auf bestimmten Gebieten disruptiver Technologien einhergehen. Die menschheitliche Perspektive, der sich die Technikfolgenabschätzung heute mit Werten wie Demokratie, Nachhaltigkeit und der guten Gestaltung des Anthropozäns verpflichtet, kann so in eine Zeit einer in potenzielle Konfliktparteien zersplitterten globale Menschheit gleichsam hinübergerettet werden.

**Funding** • This article received no funding.

**Competing interests** • The author declares no competing interests.

**Ethical oversight** • The author confirms that all procedures were performed in compliance with relevant laws and institutional guidelines.

## Literatur

- Adolphsen, Ole (2025): Militärische Emissionen in der internationalen Klimapolitik. Zur Konvergenz klima- und sicherheitspolitischer Ziele. Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik.
- Anders, Günther (1966): Die Toten. Rede über die drei Weltkriege. Köln: Pahl-Rugenstein.
- Bartscher, Michael; Hansen, Stefan; Rohschürmann, Michael (Hg.) (2025): Die Zeitenwende – sicherheitspolitischer Kulturwandel in der Bundesrepublik Deutschland? Implikationen einer ‚Normalisierung‘ auf Gesellschaft und Bundeswehr. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-48044-8>
- Bauer, Thomas (2022): Die Vereindeutigung der Welt. Über den Verlust an Mehrdeutigkeit und Vielfalt. Ditzingen: Reclam.
- Bielefeld, Tom; Eurich, Christian (2005): Science Roadmapping für Rüstungstechnologie-Folgenabschätzung und präventive Rüstungskontrolle. In: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 14 (3), S. 128–134. <https://doi.org/10.14512/tatup.14.3.128>
- BPA – Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2022): Regierungserklärung von Bundeskanzler Olaf Scholz am 27. Februar 2022. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv-bundesregierung/regierungserklaerung-von-bundeskanzler-olaf-scholz-am-27-februar-2022-2008356>, zuletzt geprüft am 16.12.2025.
- Creed, Pamela (2013): Ethics, norms and the narratives of war. Creating and encountering the enemy other. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203105023>
- Daub, Adrian (2020): Was das Valley denken nennt. Über die Ideologie der Techbranche. Berlin: Suhrkamp.
- Dörr, Julian; Kowalski, Olaf (2022): Die politische Ideologie des Silicon Valley. In: Udo Di Fabio, Julian Dörr und Olaf Kowalski (Hg.): Made in California. Zur politischen Ideologie des Silicon Valley. Tübingen: Mohr Siebeck, S. 9–49.
- Feng, Yongbing; Gao, Guohua; Wang, Pengyu; Zhang, Zihua; Liu, Kai (2024): Introducing reconfigurable manufacturing systems to agriculture. In: Flexible Services and Manufacturing Journal 37 (3), S. 816–868. <https://doi.org/10.1007/s10696-024-09559-5>
- Frey, Philipp; Schneider, Christoph; Wadehul, Christian (2020): Demokratisierung von Technik ohne Wirtschaftsdemokratie? TA und die Frage demokratischer Verhältnisse in der Wirtschaft. In: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 29 (3), S. 30–35. <https://doi.org/10.14512/tatup.29.3.30>
- Graf, Timo (2025): Zeitenwende ja, Pazifismus nein, Kriegstüchtigkeit vielleicht. Das verteidigungspolitische Meinungsbild im Wandel. In: Michael Bartscher, Stefan Hansen und Michael Rohschürmann (Hg.): Die Zeitenwende – sicherheitspolitischer Kulturwandel in der Bundesrepublik Deutschland? Wiesbaden: Springer VS, S. 69–100. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-48044-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-48044-8_5)
- Grossman, Nicholas (2018): Drones and terrorism. Asymmetric warfare and the threat to global security. London: I.B. Tauris. <https://doi.org/10.5040/9781350986169>
- Grünwald, Reinhard; Kehl, Christoph (2020): Autonome Waffensysteme. Endbericht zum TA-Projekt. Arbeitsbericht Nr. 187. Berlin: TAB. <https://doi.org/10.5445/IR/1000127160>
- Grünwald, Armin (2024): Technology assessment for a ‘good’ anthropocene. In: Armin Grünwald (Hg.): Handbook of technology assessment. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, S. 441–450. <https://doi.org/10.4337/9781035310685.00061>
- Grünwald, Armin; Saretzki, Thomas (2020): Demokratie und Technikfolgenabschätzung. Praktische Herausforderungen und konzeptionelle Konsequenzen. In: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 29 (3), S. 11–17. <https://doi.org/10.14512/tatup.29.3.11>
- Haner, Justin; Garcia, Denise (2019): The artificial intelligence arms race. Trends and world leaders in autonomous weapons development. In: Global Policy 10 (3), S. 331–37. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12713>
- Hennen, Leonhard; Hahn, Julia; Ladikas, Miltos; Lindner, Ralf; Peissl, Walter; Van Est, Rinie (Hg.) (2023): Technology assessment in a globalized world. Facing the challenges of transnational technology governance. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-10617-0>
- Kahn, Herman (1970): Eskalation. Die Politik mit der Vernichtungsspirale. Frankfurt a. M.: Ullstein.
- Kecec, Taygun; Ustundag, Baris; Guney, Mehmet; Yildirim, Alper; Unel, Mustafa (2013): A modular software architecture for UAVs. IECON 2013 – 39<sup>th</sup> Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Vienna, Austria, 10.11.2013. <https://doi.org/10.1109/IECON.2013.6699782>
- Koch, Bernhard; Rinke, Bernhard (2018): Der militärische Einsatz bewaffneter Drohnen. Zwischen Schutz für Soldaten und gezieltem Töten. In: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 27 (3), S. 38–44. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.3.38>
- Kollek, Regine (2019): Implizite Wertbezüge in der Technikfolgenabschätzung. Plädoyer für eine Praxis der reflexiven Normativität. In: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 28 (1), S. 15–20. <https://doi.org/10.14512/tatup.28.1.15>

- Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft (2022): Wissenschaftsfreiheit und Wissenschaftsverantwortung. Empfehlungen zum Umgang mit sicherheitsrelevanter Forschung. Halle (Saale): Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina.
- Liebert, Wolfgang; Schmidt, Jan (2018): Ambivalenzen im Kern der wissenschaftlich-technischen Dynamik. Ergänzende Anforderungen an eine Theorie der Technikfolgenabschätzung. In: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 27 (1), S. 52–58. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.1.52>
- Neitzel, Sönke (2024): Kriegstüchtig? Zur Zeitenwende in Politik, Gesellschaft und Truppe. In: Aus Politik und Zeitgeschichte 78 (47–48), S. 4–10. Online verfügbar unter [https://www.bpb.de/system/files/dokument\\_pdf/APuZ\\_2024-47-48\\_online\\_1.pdf](https://www.bpb.de/system/files/dokument_pdf/APuZ_2024-47-48_online_1.pdf), zuletzt geprüft am 16.02.2026.
- Nielebock, Thomas; Meisch, Simon; Harms, Volker (Hg.) (2012): Zivilklauseln für Forschung, Lehre und Studium. Hochschulen zum Frieden verpflichtet. Baden-Baden: Nomos.
- O'Mara, Margaret (2025): Code auf Kommando. In: human Magazin: Human Forward. Smart resilience – Defending Europe, S. 144–147. Online verfügbar unter [https://human-magazin.de/wp-content/uploads/2025/09/humanForward\\_DefendingEuropeDE.pdf](https://human-magazin.de/wp-content/uploads/2025/09/humanForward_DefendingEuropeDE.pdf), zuletzt geprüft am 21.01.2026.
- Philippi, Martina (2025): The ambivalence of multi-purpose design. On the dual-use and misuse risks of humanitarian UAVs. In: Research Ethics 22 (1), S. 17470161251344321. <https://doi.org/10.1177/17470161251344321>
- Riebe, Thea (2023): Technology assessment of dual-use ICTs. How to assess diffusion, governance and design. Wiesbaden: Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-41667-6>
- Rychnovská, Dagmar (2016): Governing dual-use knowledge. From the politics of responsible science to the ethicalization of security. In: Security Dialogue 47 (4), S. 310–328. <https://doi.org/10.1177/0967010616658848>

- Sailer, David (2024): Das Ende der Gewissheiten – oder: Zur Rückkehr des Leviathan. In: Felix Herkert, Jan Kerkmann und David Sailer (Hg.): Politischer Realismus I. Baden-Baden: Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783748942092-297>
- Sauer, Frank (2022): Nukleare Abschreckung. Theorie, Grenzen und Kritik. Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/themen/militaer/deutsche-verteidigungspolitik/508040/nukleare-abschreckung/>, zuletzt geprüft am 16.12.2025.
- Schaal, Gary (2025): Demokratie am Limit. In: human Magazin: Human Forward. Smart resilience – Defending Europe, S. 157–162. Online verfügbar unter [https://human-magazin.de/wp-content/uploads/2025/09/humanForward\\_DefendingEuropeDE.pdf](https://human-magazin.de/wp-content/uploads/2025/09/humanForward_DefendingEuropeDE.pdf), zuletzt geprüft am 21.01.2026.
- Šedivý, Miroslav (2025): „Kosmopolitischer Idealismus“ und „nationale Realpolitik“. Aspekte der Sicherheitspolitik der deutschen Liberalen zur Mitte des 19. Jahrhunderts. In: Historische Zeitschrift 320 (2), S. 308–45. <https://doi.org/10.1515/hzhz-2025-0008>
- Tagesschau (2023): Haltung zur Bundeswehr. Pistorius fordert Mentalitätswechsel. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/pistorius-bundeswehr-114.html>, zuletzt geprüft am 16.12.2025.



#### DR. MARTINA PHILIPPI

hat 2020 in Philosophie promoviert. Sie ist seit 2025 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Politische Theorie der Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg. Ihre derzeitigen Arbeitsschwerpunkte sind Dual Use und Technikbewertung an der Schnittstelle von Ethik, Hermeneutik und Phänomenologie.

## Gentechnik im Naturschutz?

Können synthetische Gene Drives ein Mittel zur Bekämpfung invasiver Arten sein? Diese Frage untersucht Uta Eser an einem Fallbeispiel. Sie zeigt, welche konzeptionellen und ethischen Fragen der Einsatz von Gentechnik im Naturschutz aufwirft.

Bestellbar im Buchhandel und unter [www.oekom.de](http://www.oekom.de)



U. Eser  
**Neue Gentechniken im Naturschutz?**  
124 Seiten, Open Access  
nur als e-Book erhältlich



**oekom**

Die guten Seiten der Zukunft