

Nitzl, Christian; Landsiedel, Jan; Borghoff, Uwe M.

Article — Published Version

Lernen aus den Erfahrungen von militärischen Wargames

Wirtschaftsinformatik & Management

Provided in Cooperation with:

Springer Nature

Suggested Citation: Nitzl, Christian; Landsiedel, Jan; Borghoff, Uwe M. (2023) : Lernen aus den Erfahrungen von militärischen Wargames, Wirtschaftsinformatik & Management, ISSN 1867-5913, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, Vol. 15, Iss. 5, pp. 347-353, <https://doi.org/10.1365/s35764-023-00494-y>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/306266>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Lernen aus den Erfahrungen von militärischen Wargames

Von Modellen, Simulationen und Wargames

Eine transdisziplinäre Wissenschaft ist dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht nur verschiedene Wissenschaftszweige der Natur- und Sozialwissenschaften miteinander verknüpft, sondern diese Verknüpfung auch zur Beantwortung praktischer Fragestellungen anwendet [1]. Das sogenannte *Wargaming* stellt ein historisches „Managementwerkzeug“ aus dem Militär dar. Wargaming erfährt in der täglichen Unternehmenspraxis, trotz der vielfach angenommenen Vorzüge, bisher nur eine untergeordnete Aufmerksamkeit. Im Sinne eines transdisziplinären Ansatzes wird im Beitrag auf die militärischen Wurzeln von Wargames eingegangen. In einem Schichtenmodell wird der Zusammenhang von Wargames mit Modellen und Simulationen herausgearbeitet. Zudem wird die grundsätzliche Herangehensweise von militärischen Wargames erläutert. Dies dient als Brückenkopf, um die jahrhundertealte Erfahrung aus dem militärischen Umfeld auf die friedlichere, aber durch Wettbewerb geprägte Unternehmenswelt, anzuwenden.

Christian Nitzl, Jan Landsiedel und Uwe M. Borghoff

Wirtschaftsinformatik & Management 2023 • 15 (5): 347–353

<https://doi.org/10.1365/s35764-023-00494-y>

Angenommen: 4. September 2023

Online publiziert: 9. Oktober 2023

© The Author(s) 2023

Wargaming erfährt in der täglichen Praxis von Unternehmen zumeist eine untergeordnete Aufmerksamkeit und wird nur selten von diesen als strategisches Planungstool eingesetzt, wohingegen ein stark gestiegenes Interesse über die letzten Jahre insbesondere in der Politikwissenschaft beobachtet werden kann [2]. Wargaming fungiert dabei als ein Managementwerkzeug, welches unterschiedliche Aktivitäten umfasst, die auf den ersten Blick wenig miteinander gemein haben. Erst auf den zweiten Blick erschließt sich der methodische Zusammenhang: Wargames bauen auf Modellen, Simulationen und Simulationsspielen auf und unterscheiden sich je nach Anwendungszweck, Konfliktebene und Zeithorizont. Dabei ist Krieg als eine Angelegenheit mit zerstörerischen Auswirkungen nur schwierig mit dem Begriff des Spiels, welches für einen angenehmen Zeitvertreib steht, in Verbindung zu bringen. Jedoch darf die praktische Relevanz von Wargaming nicht unterschätzt werden: Es ist ein wirkmächtiges Werkzeug für die Erörterung strategischer Fragestellungen. Viele historische Schlüsselmomente der letzten 200 Jahre wurden durch Wargames beeinflusst, welche planerische Einsichten zu den Konsequenzen von Entscheidungen und Handlungen lieferten.

Die Entstehungsgeschichte von Wargaming ist eingehend erforscht. Anfang des 19. Jahrhunderts entstand das preußische Kriegsspiel als Hilfsmittel zur Ausbildung. In den folgenden Jahrzehnten adaptierte es die preußische Heeresführung für die Planung militärischer Operationen und als Werkzeug der Entscheidungsunterstützung. Der Sieg Preußens in den Vereinigungskriegen – der sich auch auf Wargames bei der Ausbildung und Operationsplanung zurückführen lässt – verhalf der Methode zu internationalem Ansehen. Im Ersten Weltkrieg wurden auf deutscher Seite alle wichtigen Operationen mit Wargames vorbereitet – was aber fehlte war die Einsicht, dass sich Kriegsführung nicht alleine auf das Militär beschränkt, sondern ebenso eine politische Angelegenheit ist. Die Regierung der Weimarer Republik führte daraufhin politisch-strategische Wargames ein: Stakeholder aus Politik, Wirtschaft, Militär, Wissenschaft und Industrie wurden zusammengebracht, um sicherheitspolitische Probleme zu erörtern. Die Diktatur der Nationalsozialisten setzte diesem reflektierten sicherheitspolitischen Ansatz ein Ende – der Führer traf von nun an strategische Entscheidungen.

An diesem Punkt hört die Geschichte des deutschen Wargamings scheinbar auf: Es liegt die Vermutung nahe, dass mit Ende des Zweiten Weltkriegs Deutschland seine Wargaming-Fähigkeiten verlor und es nicht mehr von Neuem



Christian Nitzl¹



Jan Landsiedel¹



Uwe M. Borghoff^{1,2} (✉)
uwe.borghoff@unibw.de

¹Center for Intelligence and Security Studies (CISS), Universität der Bundeswehr München, Neubiberg, Deutschland

²Institute for Software Technology, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg, Deutschland

in den Streitkräften etablierte. Diese Beobachtung vernachlässigt, dass Wargaming eine bedeutende Rolle für die Ausrichtung der Bundeswehr als Teil der NATO im Kalten Krieg innehatte. Insbesondere kann heutzutage eine intensive Nutzung von Wargames im US-amerikanischen Militär beobachtet werden. Regierungen verwenden Wargames, um sich auf Naturkatastrophen vorzubereiten oder den Nutzen von Wirt-

schaftskooperationen zu untersuchen; Beratungsfirmen verwenden Wargames, um neue Geschäftsstrategien zu testen, und Wissenschaftler, um menschliches Entscheidungsverhalten besser zu verstehen.

Zusammenfassung

- Wargaming erlaubt spielerisches Lernen im Umgang mit der Wirklichkeit, neben dem Üben von regelmäßigen Abläufen und Fertigkeiten sowie dem Umgang mit seltenen Ereignissen.
- Die spielerische Umgebung eines Wargames erlaubt Fehler zu machen und ermöglicht ein Out-of-the-box-Denken. Diese Aspekte spielen bei der Vorhersage seltener Ereignisse eine entscheidende Rolle.
- Wargames können somit ein wichtiges Hilfsmittel sein, um festgefahrene Narrative zu durchbrechen. Dabei verspricht das Zusammenwirken des Menschen mit Computersystemen in Wargames neue spannende Einsichten im Rahmen der sogenannten Human-Computer-Interaktion [3].

Vom Modell zum Wargaming

Ein eindeutiges Verständnis für Wargaming herauszuarbeiten ist schwierig, wenngleich manch einer einen selbsterklärenden Begriff darin zu sehen meint. Im Militär werden die Begriffe Modell, Simulation und Wargaming häufig synonym verwendet. Tatsächlich sind Modelle und Simulationen Bestandteile von Wargames, jedoch nicht mit ihnen gleichzusetzen. Matthew Caffrey erklärt diesen Zusammenhang anhand eines Schichtenmodells, welches als Ausgangspunkt für die folgenden Ausführungen dient [4].

Modelle sind zwei- oder dreidimensionale Abbildungen der Wirklichkeit. Sie haben einen klaren Bezug zur Realität: Ein abstraktes Kunstwerk ist kein Modell – eine technische Zeichnung dagegen schon. Ein Modell besitzt drei Hauptigenschaften: Es ist die Abbildung eines künstlichen oder natürlichen Gegenstands, das basierend auf spezifischen Kriterien abstrahiert wird und eine pragmatische Ersatzfunktion hat.

Das Hinzufügen einer vierten Dimension – der Dimension Zeit – begründet eine Simulation. Eine Simulation stellt ein Modell dar, das den Zeithorizont mit einbezieht. Im Militär werden Simulationen für eine weite Bandbreite von Aufgaben eingesetzt, wie dem Testen von Flugzeugprototypen oder der Ausbildung von Piloten mittels Flugsimulatoren. Die Simu-

lationskomplexität militärischer Sachverhalte variiert: Seekriegsführung ist einfacher zu simulieren als der Kampf von Landstreitkräften.

Die Aussagekraft einer Simulation ist vom Modellzweck und den zugrunde liegenden Annahmen abhängig. Eine Simulation kann allein inter-, aber nicht extrapolieren, also sinnvolle Ergebnisse nur in einem vorgegebenen Parameterbereich liefern. Die Ergebnisse einer Simulation werden gerne zu Prognosezwecken verwendet. Dabei muss aber beachtet werden, dass eine Simulation zunächst nur den Zustand eines Modells unter sich verändernden Bedingungen zeigt. Eine starke Einschränkung des Aussagewerts von Simulationen entsteht durch die Nichtlinearität und somit unterkomplexen Betrachtung von Phänomenen. Nassim Taleb veranschaulicht diesen Zusammenhang in seinem Buch *Black Swan* dadurch, dass es bereits nach wenigen Stößen am Billardtisch unmöglich wird, die Lage der Kugeln mathematisch exakt zu bestimmen [5].

Simulationen lassen sich in analoge und computergestützte Simulationen unterteilen. Bei analogen Simulationen wird ein Output ohne den Einsatz von Computern erzeugt, bei computergestützten mit. Computergestützte Simulationen können wiederum nach der Art menschlicher Interaktion in zwei Unterkategorien unterteilt werden. Offene Simulationen – auch bekannt als *Human-in-the-Loop*-Simulationen – bedingen menschliche Interaktion während des Verlaufs. Menschliche Entscheidungsträger treffen die wesentlichen Entscheidungen. Geschlossene Simulationen – bekannt als *Closed-Loop*-Simulationen – haben den Entscheidungsprozess vollständig automatisiert. Allein der Input wird durch einen Menschen vorgegeben.

Wenn mindestens zwei durch menschliches Handeln charakterisierte Parteien in einer Simulation miteinander interagieren, wird eine Simulation zum Simulationsspiel. Ein Simulationsspiel wird zum Wargame, wenn es um eine Konfliktsituation geht, in der ein Spieler eine Entscheidung trifft, die das Spielgeschehen beeinflussen kann. Dies kann militärische, politische und wirtschaftliche Fragen betreffen. Dabei stellen die oben angesprochenen technischen Lösungen eine wesentliche Unterstützung in einem Wargaming dar, ersetzen aber nicht die menschliche Entscheidungsfindung. So können einzelne Gegenspieler durch einen Algorithmus (man sagt häufig auch „durch eine KI“) simuliert werden oder das Verhalten des Markts als Reaktion auf einzelne Spielzüge. Dennoch sind rein manuelle Wargames alles andere als obsolet. Das Spielerlebnis ist natürlicher – was den Teilnehmern ein

besseres Verständnis der Spielmechanik vermittelt und dabei hilft, den Fokus auf wesentliche Fragestellungen zu lenken.

Folgende **Abb. 1** fasst die gemachte Ausführung in einem Schichtenmodell mit vier Ebenen (Modell, Simulation, Simulationsspiel und Wargame) grafisch zusammen. Gemäß dem Schichtenmodell handelt es sich um ein Wargame, wenn alle Kriterien der vorhergehenden Ebenen erfüllt sind.

Aufbau von Wargames

Im Folgenden werden die von einem Wargaming umfassten Elemente vertieft. Der Ausgangspunkt hierzu findet sich im Wargaming-Handbuch des britischen Verteidigungsministeriums [6]. Diesem folgend ist Wargaming eine Technik zur Entscheidungsunterstützung, die strukturierte Umgebungen bietet, in denen schadloses Scheitern eine Reflexion von Handlungsoptionen ermöglicht. Wargames sind dynamisch und fokussieren sich auf die Herausforderungen der Konkurrenz von unterschiedlichen Fraktionen. Im Kern umfasst dies:

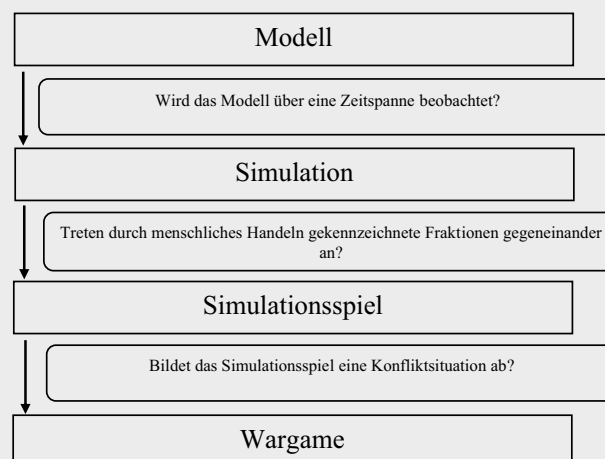
1. die Spieler
2. die Entscheidungen, die sie treffen
3. die Narrative, die sie schaffen
4. die Erfahrungen, die sie teilen
5. die Lehren, die sie ziehen

Zur Durchführung militärischer Wargames werden mindestens drei Parteien benötigt: die eigene Fraktion (Blau), die gegnerische Fraktion (Rot) sowie ein Schiedsrichter (Weiß). In komplexen Szenarien gibt es jedoch mehr als zwei elemen-

tare Fraktionen – Drittstaaten, zivile Akteure und paramilitärische Gruppen können als eigenständige Spielparteien auftreten. Die gegnerische Fraktion in Wargames (Rot) realistisch darzustellen, ist nicht immer einfach: Zum einen können die Absichten der Gegenpartei nur angenommen werden und sind häufig nicht hinreichend bekannt, zum anderen besteht die Gefahr des Patriotismus, der Blau gerne gewinnen lassen möchte. Um diesem Phänomen entgegenzuwirken, wird empfohlen, sich bewusst in die Rolle des Gegners zu versetzen, sich also wie ein Schauspieler dessen Rolle anzueignen. So braucht es zur Durchführung realitätsnaher Wargames nicht alleine Informationen über die Fähigkeiten und Möglichkeiten eines abzubildenden Gegenspielers, sondern auch Einsichten über dessen Intentionen.

Bei der Durchführung von Wargames kann der Schiedsrichter (Weiß) auch durch ein Simulationssystem gestellt werden. Simulationssysteme umfassen neben verschiedenen offenen und geschlossenen Simulationen häufig grafische Oberflächen, Netzwerke und Simulatoren. Die Nutzung von Simulationsbausteinen ermöglicht es, mit vorhandenen Simulationssystemen effizient und effektiv neue Szenarien zu untersuchen. Der Begriff Wargame umfasst in diesem Zusammenhang einerseits das Simulationssystem, andererseits dessen Anwendung für einen spezifischen Fall. So können verschiedene Formen der Human-Computer-Interaktion (HCI) auftreten. In **Abb. 2** wird der Zusammenhang zwischen den Elementen des Wargames grafisch dargestellt.

Abb. 1 Schichtenmodell



Kernthese

- Das Phänomen der sogenannten *Big Data* beinhaltet das Versprechen, dass durch ein immer größeres Datenaufkommen Zusammenhänge besser erkannt werden können, welche sich basierend auf erkannten Mustern in die Zukunft fortschreiben lassen.
- Wenngleich sich durch *Big Data* regelmäßig und häufig auftretende Ereignisse sehr gut vorhersagen lassen, wie der tägliche Verkauf von Massengütern, stellen selten auftretende Ereignisse, wie disruptive Technologien, eine Herausforderung dar.
- Gerade selten auftretende Ereignisse beeinflussen stark den zukünftigen Werdegang von Menschen, Unternehmen und gar ganzer Gesellschaften. Wargames sind ein wichtiges Managementwerkzeug für den Umgang mit selten auftretenden Ereignissen als auch deren Vorhersage.

Anwendung von Wargames und Simulationen

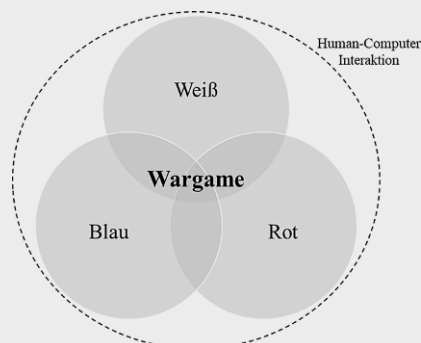
Auch wenn Wargaming eine große Anwendungsbandbreite vorweisen kann, ist es nicht immer die beste Methode zur Beantwortung aller Fragestellungen [7]. Wenn beispielsweise eine Fragestellung keinen menschlichen Gegner benötigt, sind rein mathematische Verfahren häufig die bessere Wahl. Wenn das Ausbildungsziel das Erlernen einer bestimmten Gefechtsroutine umfasst, sollte der Verlauf von Übungen skriptbasiert sein – was sie dann definitorisch zu einer Simulation macht. Im Kern sind Wargames Nachbildungen der Re-

alität. Simulationen beruhen dabei auf Berechnungsmethoden, die interdeterminierte Ergebnisse zu einem Phänomen liefern. Auf die Problematik des Skripts wird nachfolgend vertieft eingegangen.

Der wesentliche Unterschied zwischen Simulationen und Wargames liegt in der Form der Wissensgenerierung. Während Simulationen analytisch sind – indem sie Fragestellungen in ihre Bestandteile zerlegen –, sind Wargames synthetisch. Sie nutzen zwar Simulationen als Hilfsmittel, ihr Hauptaugenmerk liegt jedoch darauf, relevante Faktoren szenarienhaft zu identifizieren [8]. Die unterschiedliche Wissensgenerierung führt dazu, dass Wargames gut geeignet sind, um menschliche Entscheidungsprozesse zu untersuchen, jedoch nicht, um Vergleiche anzustellen. Dies ist vor allem die Stärke geschlossener computergestützter Simulationen. Das Hauptproblem geschlossener Simulationen ist hingegen, dass individuelles menschliches Verhalten sich nur schwer quantifizieren lässt. Mit einfachen Wenn-Dann-Bedingungen einer geschlossenen computergestützten Simulation kann menschliches Verhalten nur schwerlich realitätsnah abgebildet werden. Menschen reagieren unter Stress, durch irrationale Denkmuster oder unterschiedliche kulturelle Prägungen teilweise sehr unberechenbar.

So können Algorithmen menschliche Entscheidungsprozesse nicht adäquat abbilden – ihre Aussagekraft nimmt hierbei proportional zu Zeit und Umfang ab. So ist die strategische Entscheidungsebene vor allem durch weiche Faktoren geprägt, die taktische eher durch harte Faktoren. Es existiert somit ein Gefälle von qualitativen hin zu quantitativen Einflussfaktoren. Geschlossene computergestützte Simulationen

Abb. 2 Elemente des Wargames



sollten sich daher auf technische Aspekte der taktischen Ebene fokussieren. Sie eignen sich für kleine, kurze Konfliktdarstellungen. Simulationsunterstützung ist für Wargames auf der taktischen Ebene am sinnvollsten: So können die Stärken beider Methoden am besten kombiniert werden.

Basierend hierauf ergibt sich für die Operationalisierung von Wargames folgendes Bild: Geschlossene computergestützte Simulationen sind hilfreich, um die Auswirkungen neuer Waffen auf das Kriegsgeschehen, den Einsatz neuer Taktiken oder das Potenzial eines kinetischen Konflikts zu untersuchen. Wargames sind hilfreich, um Rahmenbedingungen potenzieller Konflikte zu verstehen, sicherzustellen, dass möglichst viele gegnerische Handlungsoptionen bei der Entwicklung eigener Pläne in Betracht gezogen wurden, und Führungskräften aufzuzeigen, welche taktischen und strategischen Optionen in verschiedenen Szenarien bestehen. Aufbauend auf diesen Überlegungen lassen sich folgende Attribute von Wargames und Simulationen gegenüberstellen (Tab. 1). Die Abgrenzung von Wargaming zu Simulationen ist dabei nicht trennscharf, sondern fließend. Über die letzten Jahre hat der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) bei Wargames verstärkt an Aufmerksamkeit gewonnen [9]. Es wurden zahlreiche Studien zur Integration von KI in Wargames durchgeführt, insbesondere zum Einsatz von Machine-Learning-Algorithmen zur Abbildung menschlichen Verhaltens. Ein sehr zukunftsweisender Ansatz heißt *deep reinforcement learning*. Die Ergebnisse sind vielversprechend – zu konstatieren ist jedoch, dass aktuelle KI-Methoden nur bedingt in der Lage sind, menschliches Verhalten in dessen Komplexität vollumfänglich abzubilden. Einige Forscher gehen dabei davon aus, dass menschliches Verhalten sich in naher Zukunft besser nachbilden lässt. Aline Dobrovsky et al. haben diesen Sachverhalt im Rahmen sogenannter *Serious Games* – hierzu kann man die hier beschriebenen Wargames zählen – untersucht [10–12]. Sie konnten zeigen, dass eines der Hauptpro-

bleme, nämlich die Starrheit der skriptbasierten Wargames, aufgelöst werden kann. Ein Skript mag den erwarteten Erfolg des Wargames wahrscheinlicher machen, aber aufgrund des oft zu starrem Ablaufs und des folglich starren Gameplays kann das Wargame auch langweilig oder überfordernd sein. *Adaptive Wargaming* versucht, dieses Problem zu überwinden, indem es die Handlung dem Schwierigkeitsgrad des Wargames oder der Menge an Kontextinformationen mithilfe von *Deep Learning* anpasst. Serious Games versuchen die Vermittlung von Wissen, die Zielerreichung (der ernsthafte Teil) und die Unterhaltung (der spielerische Teil) von Wargames in eine Balance zu bringen.

Ausblick

Wargaming entwickelte sich über die Zeit hinweg in mehreren, aufeinander aufbauenden Phasen. Es kann dabei zwischen vier Generationen von Wargames unterschieden werden [4]:

- Wargames der ersten Generation bilden abstrakte Konfliktsituationen ab, bei denen das Ergebnis durch die Entscheidungen der Teilnehmer geprägt wird. Deren Entwicklung begann vor Tausenden von Jahren und umfasst Brettspiele wie Schach oder Go.
- Wargames der zweiten Generation bilden konkrete Konfliktsituationen ab. Sie sind weniger abstrakt und weisen einen Schiedsrichter auf, der die Entscheidungen der Konfliktparteien bewertet. Ihre Entwicklung geht unter anderem auf das preußische Kriegsspiel im 18. Jahrhundert zurück.
- Wargames der dritten Generation bilden neben der konkreten Konfliktsituation vielfältige zusätzliche Stakeholder ab, wie den politisch-ökonomischen Einfluss. Die Entwicklung begann in der Weimarer Republik und prägt viele strategische Wargames der heutigen Zeit.

Tab. 1 Attribute von Wargaming und Simulationen im Vergleich

Attribute von Wargaming	Attribute von Simulationen
Qualitativ	Quantitativ
Synthese	Analyse
Strategisch	Taktisch
Abschätzen	Bewerten
Geisteswissenschaftlich	Naturwissenschaftlich
Menschliches Handeln	Technische Wirkungen

Handlungsempfehlungen

- Unternehmen brauchen für die strategische Planung einen umfassenden Werkzeugkasten. Neben klassischen Werkzeugen der strategischen Planung sollten von Unternehmen auch interaktive Werkzeuge, wie das Wargame, in Betracht gezogen werden.
- Bei der Erstellung und Durchführung eines Wargames können viele Fehler passieren. Darum sollten für ein professionelles Wargame Rat und Unterstützung von Profis eingeholt werden. Zudem sollten ausreichend Zeit und Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.
- Bei einem Wargame geht es nicht um die Vernichtung eines Feinds. Es geht darum, im Wettbewerb bestehen zu können. Ein gesunder gelebter Wettbewerb führt zu Innovationen und trägt so zum Gemeinwohl einer Gesellschaft bei.

- Wargames der vierten Generation befinden sich noch in der Entstehungsphase. Sie simulieren Konfliktsituationen, in denen friedliche Lösungen den Weg zum Sieg weisen können.

Eine Konstante bei Wargames ist, dass diese durchgängig eine Win-lose-Konfliktsituation abbilden. Eine Seite verliert, die andere Seite gewinnt. Doch im Kriegskonflikt führt die Entschlossenheit, beim nächsten Mal zu gewinnen, zu mehr Zerstörung und noch mehr Tod. Ein Umdenken zu Win-win-Lösungen könnte der Ausgangspunkt zu einer neuen Form von Spielen werden: dem sogenannten *Peacegame*. Dabei steht im Fokus, wie eine ursprüngliche Win-lose-Situation in eine Win-win-Situation für die Konfliktparteien umgewandelt werden kann.

Funding. Open access funding provided by Projekt DEAL.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons

Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- [1] Albrecht, K., Nitzl, C., & Borghoff, U. M. (2022). Transdisciplinary software development for early crisis detection. In *EUROCAST* (S. 3–10). Springer Nature.
- [2] Lin-Greenberg, E., Pauly, R. B. C., & Schneider, J. G. (2022). Wargaming for international relations research. *European Journal of International Relations*, 28(1), 83–109.
- [3] Reddie, A. W., et al. (2018). Next-generation wargames. *Science*, 362(6421), 1362–1364.
- [4] Caffrey, M. B. (2019). *On wargaming: how wargames have shaped history and how they may shape the future*. Bd. 43. Naval War College Press.
- [5] Taleb, N. (2005). *The black swan: why don't we learn that we don't learn*. Random House.
- [6] MOD (2017). *Defence wargaming handbook*. Development, concepts and doctrine. The Ministry of Defence (MOD).
- [7] Turnitsa, C., Blais, C., & Tolk, A. (2022). *Simulation and wargaming*. Wiley Online Library.
- [8] Hanley Jr, J. T. (2017). Changing DoD's analysis paradigm: the science of war gaming and combat/campaign simulation. *Naval War College Review*, 70(1), 64–103.
- [9] Goodman, J., Risi, S., & Lucas, S. (2020). AI and wargaming. *arXiv*, 2009, 8922. arXiv preprint.
- [10] Dobrovsky, A., Borghoff, U. M., & Hofmann, M. (2019). Improving adaptive gameplay in serious games through interactive deep reinforcement learning. In R. Klempous, J. Nikodem & P. Z. Baranyi (Hrsg.), *Cognitive infocommunications, theory and applications* (S. 411–432). Springer.
- [11] Dobrovsky, A., Borghoff, U. M., & Hofmann, M. (2016). An approach to interactive deep reinforcement learning for serious games. In *7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)* (S. 85–90).
- [12] Dobrovsky, A., Borghoff, U. M., & Hofmann, M. (2017). Applying and augmenting deep reinforcement learning in serious games through interaction. *Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science*, 61(2), 198–208.