

# #GIDSstatement 7 / 2024

Simon Struck und David Reim

## **Energieautonome Streitkräfte**

Wasserstoffherzeugung und die Möglichkeiten nachhaltiger  
Energiesysteme für die Versorgung eines Feldlagers

Zusammenfassung der Studie #GIDSresearch 2/2024

#GIDSstatement | Nr. 7 / 2024 | August 2024 | ISSN 2699-4372

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

ISSN 2699-4372

Dieser Beitrag steht unter der Creative Commons Lizenz CC BY-NC-ND 4.0 International (Namensnennung – Nicht kommerziell – Keine Bearbeitung). Weitere Informationen zur Lizenz finden Sie unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>



Dieses #GIDSstatement wird vom German Institute for Defence and Strategic Studies (GIDS) – Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg (HSU/UniBw H) herausgegeben.

Die Beiträge sind auf der Website des GIDS kostenfrei abrufbar: [www.gids-hamburg.de](http://www.gids-hamburg.de)

#GIDSstatement gibt die Meinung der AutorInnen wieder und stellt nicht zwangsläufig den Standpunkt des GIDS dar.

Zitiervorschlag:

Simon Struck / David Reim, Energieautonome Streitkräfte. Wasserstoffherzeugung und die Möglichkeiten nachhaltiger Energiesysteme für die Versorgung eines Feldlagers. Zusammenfassung der Studie #GIDSresearch 2/2024, #GIDSstatement 7/2024, GIDS: Hamburg.

GIDS

German Institute for Defence and Strategic Studies  
Führungsakademie der Bundeswehr  
Manteuffelstraße 20 · 22587 Hamburg  
Tel.: +49 (0)40 8667 6801  
[bueror@gids-hamburg.de](mailto:bueror@gids-hamburg.de) · [www.gids-hamburg.de](http://www.gids-hamburg.de)

---

Simon Struck und David Reim | GIDS-HSU/UniBw H

# Energieautonome Streitkräfte

## Wasserstoffherzeugung und die Möglichkeiten nachhaltiger Energiesysteme für die Versorgung eines Feldlagers

### Zusammenfassung der Studie #GIDSresearch 2/2024

#### 1 Die Transformation des zivilen Energiemarkts

Der Energiesektor Europas befindet sich in einem großen Veränderungsprozess. Ziel ist die massive Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2050. Die künftige Energieversorgung Deutschlands und Europas wird dabei durch regenerative Energiesysteme bestimmt. Wasserstoff als Energieträger spielt für die Zukunft eine besondere Rolle. Die deutsche nationale Wasserstoffstrategie bezieht explizit die Streitkräfte in dieses Thema ein. Beschleunigt wird die Transformation des Energiemarkts durch den Krieg gegen die Ukraine, der die Abhängigkeit der europäischen Energiesicherheit von russischen fossilen Energieträgern offenlegte.

Die Bundeswehr ist mit ihrer Mobilität und Energieversorgung unmittelbar betroffen. Derzeit sehen die Logistikkonzepte der Bundeswehr für die Landesverteidigung den Rückgriff auf zivile Strukturen vor, die sich somit bis 2050 massiv verändern werden.<sup>1</sup> Die Streitkräfte sind vor die Frage gestellt, inwieweit daraus Herausforderungen für ihre Einsatzfähigkeit und Infrastruktur entstehen.

Das GIDS untersucht seit längerem die Fragestellung der Energieautonomie von Streitkräften, die in den #GIDSstatements 12/2021,<sup>2</sup> 9/2022<sup>3</sup> und 7/2023<sup>4</sup> sowie dem #GIDSresearch 2/2023<sup>5</sup> bereits näher betrachtet wurde.

Der Mobilitätssektor soll sich entsprechend der Ziele der Europäischen Union bis 2050 erheblich verändern. Die zivile Mobilität in Europa wird durch batterieelektrische und wasserstoffbetriebene Antriebssysteme geprägt sein.<sup>6</sup> Daraus ergeben sich für diesen Zeithorizont klare Imperative auch für die militärische Mobilität. Die Bundeswehr muss die Frage zukünftiger Antriebssysteme und ihrer Treibstoffe in den Blick nehmen. Zivile Strukturen werden im Jahr 2050 anders aussehen. Die Interoperabilität mit zivilen Akteuren aber auch zwischen den Streitkräften der NATO muss gewährleistet bleiben.

Reiner Wasserstoff ist Energieträger und lässt sich als Treibstoff direkt nutzen. Er ist auch das Vorprodukt für die Herstellung von synthetischen Fuels/E-Fuels.

---

Bei diesem Statement handelt es sich um eine Zusammenfassung der als #GIDSresearch 2/2024 veröffentlichten Studie.

- 1 Bruhn 2022.
- 2 Rappuhn/Struck 2021.
- 3 Bruhn 2022.
- 4 Struck 2023b.
- 5 Struck 2023a.
- 6 Europäisches Parlament 2022

## 2 Wasserstoff als Fuel für die militärische Mobilität

Die Ergebnisse der bisherigen Studien des GIDS zeigen, dass bereits reiner Wasserstoff als Treibstoff in verschiedene Anwendungen des Heeres integriert werden könnte. Die Nutzung von reinem Wasserstoff könnte einen relevanten Teil der benötigten flüssigen Kraftstoffe ersetzen. Dies würde eben auch den Bedarf an Flüssigkraftstoffen substantiell reduzieren. Es zeigen sich klare Anwendungsmöglichkeiten bei Lkws auch für höhere Gewichtsklassen. Bei geländegängigen, geschützten Fahrzeugen ergeben sich ebenfalls Anwendungsmöglichkeiten. Hier ist eine Grenze bei einem Fahrzeuggewicht von rund 15 Tonnen erkennbar. Grund hierfür ist, dass bei größeren gepanzerten Fahrzeugen sowie Spezialfahrzeugen größere Motoren und damit vor allem größere Tankvolumina erforderlich werden. Das Tankvolumen würde bei Nutzung von Wasserstoffdrucktanks (700 bar) um den Faktor 8 steigen, da Wasserstoff einen deutlich geringeren volumetrischen Energieinhalt besitzt als Flüssigkraftstoffe wie Diesel oder Benzin. Wesentlich größere Fahrzeuge hätten signifikante militärische Nachteile. Panzer und Spezialfahrzeuge mit höheren Gewichten werden daher zukünftig mit synthetischen Fuels/E-Fuels betrieben werden müssen. Die Herstellung synthetischer Kraftstoffe aus dem Vorprodukt Wasserstoff ist mit zusätzlichen, aufwendigen verfahrenstechnischen Schritten verbunden. Diese Kraftstoffe ermöglichen aber die Beibehaltung heutiger Tankvolumina, was für energieintensive Anwendungen unerlässlich bleibt.

Bei der direkten Nutzung von reinem Wasserstoff entwickelt sich der Wasserstoffverbrennungsmotor als eine Alternative zum Brennstoffzellensystem. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die zukünftige technische Einsatzfähigkeit von H<sub>2</sub>-Antriebssystemen bereits heute auf Basis der vorhandenen Entwicklungen und Systeme als realistisch eingeschätzt werden kann und in absehbarer Zeit, aber bis spätestens 2050, erreicht werden wird.<sup>7</sup>

## 3 Herausforderungen einer militärischen Wasserstofflogistik

Die zentrale Frage ist, ob große Wasserstoffmengen für das Militär verfügbar gemacht werden können. Der geringe volumetrische Energieinhalt macht es erforderlich, erheblich größere Volumina als bisher zur Verfügung zu stellen. Dies erfordert im Bereich der zivilen Infrastruktur beispielsweise wesentlich größere Pipelinedurchmesser, Kompressorstationen und Speicher. Zwar zeigt sich in diesem Feld bereits eine große Anzahl von Projekten und Anstrengungen zum Aufbau entsprechender Strukturen. Dies erscheint allerdings bisher bei weitem nicht ausreichend. Auch der dafür notwendige Kapitalmittelbedarf stellt eine zentrale Herausforderung für den Wasserstoffmarkthochlauf dar.

Auch in der militärischen Logistik würde die Nutzung von Wasserstoff einen erheblich höheren Aufwand bedeuten. Im Vergleich zu Flüssigkraftstoffen wären bei einer Druckspeicherung (700 bar) des Wasserstoffes etwa 8-mal größere Volumina zu transportieren. Der Aufwand wäre unverhältnismäßig, auch wenn sich das Militär auf die dann zur Verfügung stehende zivile H<sub>2</sub>-Infrastruktur im Bündnisgebiet stützen könnte.

---

<sup>7</sup> Struck 2023a.

Im Kontext der Landes- und Bündnisverteidigung sehen nichtsdestotrotz auch die amerikanischen National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine für den europäischen Raum den Transport von Wasserstoff aus Kernländern wie Deutschland und Österreich zu östlichen Bündnispartnern als möglich an, auch wenn dies wegen größerer Volumina zu umfangreicheren militärischen Logistikerfordernissen führen würde.<sup>8</sup>

Die logistischen Herausforderungen könnten theoretisch durch die Nutzung einer eigenen Wasserstoffherzeugung reduziert werden, wenn diese auf Liegenschaften und dezentral im Rahmen eines Feldlagers wirkungsvoll aufgebaut werden könnte. Ein derartiger Grad an Energieautonomie würde den Zugang zu völlig neuen, weniger vulnerablen Logistikkonzepten innerhalb der Streitkräfte ermöglichen. Das #GIDSresearch 2/2024 befasst sich daher mit der Frage, ob eine regenerative Stromerzeugung auf militärischen Standorten die erforderliche elektrische Energie für den lokalen Bedarf inklusive einer Wasserstoffherzeugung liefern kann.

## 4 Wasserstoffherzeugung auf Standorten – Ein realistisches Szenario?

Im Rahmen der Untersuchung für die erforderliche Versorgung eines Feldlagers werden die Energiebedarfsstrukturen anhand von zwei unterschiedlichen Standortgrößen mit entsprechender Truppen- und Fuhrparkstärke näher betrachtet.

### 4.1 Szenarioentwicklung

So wurde in einem ersten Szenario ein Standort mit zwei Bataillonen mit rund 1.500 Soldaten und einem Fuhrpark von 100 geschützten bzw. gepanzerten Fahrzeugen und 80 Lkws für die Logistik angenommen. In einem zweiten Szenario untersuchten die Autoren eine Brigade mit 4.500 Soldaten und einen Fahrzeugpark mit 240 geschützten/gepanzerten Fahrzeugen und 270 Lkws. Die Einrichtungen, Infrastruktur und Verteidigungssysteme der militärischen Standorte orientierten sich an den jeweiligen Truppengrößen und berücksichtigten deren Erfordernisse. Diese Form der Betrachtung war erforderlich, um den Energiebedarf der Standorte näher zu untersuchen und eine relevante Basis für die Analyse zu schaffen. Dabei wurden auch spezifische Annahmen für den Tag- und Nachtbetrieb getroffen.

Für die Mobilität nehmen die Autoren für Fahrzeuge bis 5 Tonnen batterieelektrische Antriebe an. Wie einleitend bereits deutlich wurde, kommt für größere Fahrzeuge, Lkws und geschützte Fahrzeuge bis 15 Tonnen reiner Wasserstoff als Treibstoff zum Einsatz. Die erforderliche Wasserstoffherzeugung wurde in den Szenarien über eine den Bedürfnissen angepasste Elektrolyse auf dem Standort realisiert. Sowohl für wasserstoffbetriebene als auch batterieelektrische Fahrzeuge wurden Wasserstoffspeicher bzw. Batteriespeicher vorgesehen. Schwere Einheiten wie Schützen- oder Kampfpanzer wären in Zukunft mit synthetischen Fuels zu versorgen. Nähere Angaben zu den Annahmen der einzelnen Szenarien können den Kapiteln 4 bis 6 des #GIDSresearch 2/2024 entnommen werden.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2021: 90.

<sup>9</sup> Struck/Reim 2024.

Da bei einem dezentralen Betrieb im Felde die Errichtung und der Einsatz von relevant großen Windkraftanlagen nicht realistisch erscheinen,<sup>10</sup> wurden in der Studie für die regenerative Stromerzeugung Photovoltaikanlagen wegen ihrer geringeren Logistikerfordernisse und ihres flexibleren Anlagenaufbaus herangezogen.

Neben einer Betrachtung eines vollautonomen Betriebes des Standortes für die beiden Szenarien wurde im #GIDSresearch 2/2024 jeweils auch ein teilautonomer Betrieb über 6 bzw. 5 Monate näher analysiert. Eine solche Teilautonomie bedeutet jedoch, dass Standorte weiterhin durch konventionelle Kraftstoffe und die damit assoziierten Logistikketten für 6 bzw. 7 Monate versorgt werden würden.

Als geographische Referenz für die Photovoltaikanlage und das damit verbundene Ertragsprofil diente der Raum Berlin. In einem abschließenden Schritt wurde zudem aufgezeigt, wie ein vollautonomer Betrieb dieser beiden militärischen Verbände in Masar-e Scharif durch die Installation einer PV-Anlage und einer assoziierten Elektrolyse realisiert werden kann.

## 4.2 Ergebnisse der Untersuchung

Eine wesentliche Kenngröße bei der Betrachtung der Ergebnisse ist der Flächenbedarf für die zu installierende PV-Leistung. Bereits bei Szenario 1 (2 Bataillone) zeigt sich für den vollautonomen Betrieb ein Flächenbedarf für die Photovoltaikanlage von 285 ha bei einer installierten Leistung von 285 MWp. Ein autonomer Betrieb größerer Einheiten (1 Brigade: 830 ha) erweist sich als unrealistisch. Der Flächenbedarf für Szenario 1 lässt sich sehr gut an der Campgröße von Masar-e Scharif in Afghanistan messen. Die seinerzeitige Standortgröße lag bei insgesamt 375 ha. Selbst bei Szenario 1 (2 Bataillone) mit relativ kleiner Truppengröße würden derartige Standorte durch die einzurichtende PV-Anlage eine erhebliche Vergrößerung erfahren.

Eine Teilautonomie reduziert die zu installierende Photovoltaikkapazitäten und die damit verbundene Flächennutzung auf einem Standort maßgeblich. Bei Szenario 1 würden bei der Nutzung regenerativer Energien im Sommerhalbjahr in Nordeuropa über 6 bzw. 5 Monaten erhebliche Anpassungen beim Flächenbedarf mit 49 bzw. 39 ha möglich. Bei größeren Einheiten erscheint der Flächenbedarf auch für diese Szenarien weiterhin nicht realisierbar (siehe Tab. 1). Für andere geographische Breitengrade lässt sich die Teilautonomie auf einen längeren Zeitraum ausdehnen. Die Sonneneinstrahlung im Gebiet von Masar-e Scharif zeigt für Szenario 1 sogar die grundsätzliche Möglichkeit einer Vollautonomie des Standortes.

---

<sup>10</sup> Soni 2020: 121.

**Tab. 1:** Zu installierende Leistung der PV-Anlage in MWp und der assoziierte Flächenbedarf in ha für die beiden militärischen Standorte.

	Leistung der PV-Anlage in MWp und damit Flächenbedarf in ha	
	Szenario 1 (2 Bataillone)	Szenario 2 (Brigade)
Großraum Berlin (vollautonome Versorgung)	285	830
Großraum Berlin (teilautonome Versorgung; 6 Monate)	49	143
Großraum Berlin (teilautonome Versorgung; 5 Monate)	39	113
Masar-e Scharif (vollautonome Versorgung)	58	167

Das Optimierungspotenzial für Energieverbräuche innerhalb von Smart Grids ist auch für die vorliegenden Szenarien nicht zu unterschätzen. Die mit dem in den jeweiligen Szenarien evaluierten Leistungsbedarf verbundenen Auslegungen der Energieerzeugung müssen allerdings bestehen bleiben, um die Leistungsanforderungen für Wasserstoffherzeugung, Infrastruktur und Verteidigungsfähigkeit erfüllen zu können. Aber auch wenn durch Smart Grids eine Optimierung von 20 % erreicht werden könnte, würde sich das Gesamtbild der Ergebnisse nicht ändern.

Ein weiteres Ergebnis ist, dass keines der Szenarien ohne eine herkömmliche Stromerzeugung zur Herstellung der Grundlastfähigkeit und als Back-up/Notstromsystem auskommt.

Auch die logistischen Erfordernisse für die Errichtung derartiger regenerativer Erzeugungsanlagen und der assoziierten Anlagen für die Wasserstoffherzeugung würden Streitkräfte vor wesentliche Herausforderungen stellen. Selbst bei einem teilautonomen Betrieb von 5 Monaten in Szenario 1 (2 Bataillone) werden 297 zusätzliche 40 Fuß Container zum Standardcamp benötigt. Für den vollautonomen Betrieb wären dies sogar 1.222 40 Fuß Container. Die weiteren Ergebnisse zu den verschiedenen Szenarien sind dem Kapitel 7 des #GIDSresearch 2/2024 zu entnehmen.<sup>11</sup>

### 4.3 Diskussion und Einordnung der Ergebnisse

Der Aufbau einer regenerativen Stromerzeugung samt Wasserstoffherzeugung liefert klare militärische Vorteile. Selbst eine Teilautonomie kann eine erhebliche Reduzierung der Treibstofftransporte ermöglichen. Gegen diesen Vorteil steht der große Logistikaufwand bei der Errichtung des Camps. Der Aufbau des Camps ist eine Phase wesentlicher militärischer Exposition. Die Errichtung der ohnehin erforderlichen konventionellen Stromerzeugung mit nachgeschalteter Installation der Photovoltaikanlage und der Wasserstoffherzeugung zu einem späteren Zeitpunkt kann zwar diese Exposition mildern, aber nicht ausschließen.

Der Aufbau und die Inbetriebnahme einer derart komplexen verfahrenstechnischen Anlage erfordern darüber hinaus einen erheblichen Zeitaufwand und die Anwesenheit einer großen Anzahl technisch hochqualifizierten Personals.

<sup>11</sup> Struck/Reim 2024.

Die Betrachtung zeigt klar, dass ein derartiges Konzept für bewegliche Verbände nicht denkbar ist. Eine kurzfristige Verlegbarkeit ist nicht möglich. Eine Skalierbarkeit für größere Verbände besteht nicht.

Der effektive Einsatz eines regenerativen Energiesystems im Bündnisgebiet lässt sich, wie in der Untersuchung aufgezeigt, abhängig von der geographischen Lage nur sehr bedingt realisieren.

## 5 Implikationen für die Streitkräfte: Von einer Single Fuel Policy zu einer Single Engine System Policy?

Mit Blick auf die Entwicklungen im zivilen Bereich bis 2050 werden allerdings im Gebiet der europäischen Union ganz erhebliche infrastrukturelle Veränderungen entstehen, die eine Nutzung regenerativer Energien sowie eine Verwendung von Wasserstoff als Treibstoff nahelegen. Eine begrenzte Verfügbarkeit von synthetischen Kraftstoffen würde dies sogar zu einem Imperativ machen. Die militärische Herausforderung besteht im Bereich beweglicher Verbände, die spätestens nach Verlassen ihrer Standorte und dem Bezug ihrer Verfügungsräume vor einer logistischen Herausforderung stehen würden. Ein Transport von Wasserstoff mit 8-fachem Volumen (700 bar Drucktanks) ließe sich zwar bei dezentraler Erzeugung über geringere Distanzen realisieren, würde aber auch eine schnelle Verlegbarkeit dezentraler Erzeugungseinrichtungen zur Grundbedingung machen.

Dies erscheint beim Einsatz von PV-Anlagen nicht realistisch. Konzepte, bei denen PV-Zellen auf Containern installiert sind, können den benötigten Energiebedarf bisher nicht decken. Lösungen für eine Optimierung solcher Anlagen im Sinne der Deckung des Bedarfs sind bis 2050 nicht absehbar.

Die Betrachtung dieser Rahmenbedingungen zeigt auf der anderen Seite auf, wie nah das Konzept der Nutzung von Wasserstoff für die Mobilität vor realisierbaren Lösungen steht. Die sich bis 2050 entwickelnde Infrastruktur wird eine wichtige Säule für die Energie- und Treibstoffversorgung in Europa werden. Deshalb ist es für die Streitkräfte unerlässlich, an Projekten und Studien zu Fragen der Energieautonomie teilzunehmen und aktiv Entwicklungsvorhaben in diesem Bereich voranzutreiben. Die Erzeugung von synthetischen Fuels ist im Vergleich zu Wasserstoff noch energieintensiver und im Energiekonzept der EU für die zivile Mobilität nur in Teilbereichen vorgesehen. Die damit verbundene begrenzte Verfügbarkeit dieser Kraftstoffe im zivilen Markt stellt Streitkräfte vor die Frage, alternative Kraftstoffe wie Wasserstoff direkt zu nutzen oder eine eigene, aufwendige und teure Erzeugung synthetischer Flüssigkraftstoffe voranzutreiben. Das gewählte Beispiel für die Erzeugung von synthetischen Fuels an einem Standort zeigt dabei klar die Herausforderungen bei der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien. Der Energiebedarf für die Gewinnung von CO<sub>2</sub> über Direct-Air-Capture-Anlagen wäre zusätzlich zu erzeugen.

Die Betrachtung der bestehenden Rahmenbedingungen und die Erwartungen an die technologischen Entwicklungen im Bereich der regenerativen Stromerzeugung zeigen, dass auch bis 2050 eine Vollautonomie von Streitkräften nicht realisierbar wird. Eine Teilautonomie ist, wie aufgezeigt, ein probater Weg, den Verbrauch synthetischer Kraftstoffe zu reduzieren. Allerdings erfordert sie ebenfalls einen erheblichen zusätzlichen technischen und logistischen Aufwand.

Die NATO verfolgt auf Basis der bisherigen technischen Lösungen für die Mobilität eine Single Fuel Policy. Sie dient der Interoperabilität von Streitkräften im Bündnis. Die neue Realität mit Entwicklung der zivilen Gesellschaften und damit der zivilen Infrastrukturen hin zu regenerativ erzeugten Treibstoffen definiert neue Rahmenbedingungen, denen sich Streitkräfte unmittelbar und kurzfristig stellen müssen, um ihre Einsatzfähigkeit nicht zu verlieren. In der zivilen Industrie wird anwendungsbezogen eine Vielzahl von Treibstoffen zum Einsatz kommen.

Hier ist dringend ein neuer Denkansatz gefragt, der anders als bisher nicht von der Treibstoffseite aus gedacht werden kann. Eine potenzielle Lösung kann nur in der Motorentechnologie gefunden werden. Das Ziel der Interoperabilität zwischen den Streitkräften der NATO ließe sich gegebenenfalls durch eine neue Form der Standardisierung z. B. über eine Art „Single Engine System Policy“ realisieren.

In der Antriebstechnik sind bereits sogenannte Bi-Fuel-Ottomotoren und Dual-Fuel-Motoren auf Dieselmotorprinzip in vielen Unternehmen in der Entwicklung bzw. stehen kurz vor der Markteinführung. Sie lassen sich sowohl mit Wasserstoff als auch mit synthetischen Fuels und nach Modifizierung auch mit fossilen Kraftstoffen betreiben und ermöglichen damit eine hohe Flexibilität über die Antriebstechnik. Die Autoren erachten es als zwingend erforderlich, dass sich Streitkräfte umfänglich an diesen Entwicklungen orientieren und in entsprechenden Projekten, die zum Teil bereits unter Beteiligung vieler Staaten laufen oder von Industrieunternehmen geführt werden, beteiligen. Nur eine proaktive Rolle im Rahmen der NATO-Partner kann hier zur Vermeidung von militärischen Defiziten und nicht geeigneter Ausrüstung in der Zukunft beitragen.

## Literaturverzeichnis

- Bruhn, Claus-Jürgen (2022): Energieautonomie von militärischen Liegenschaften. Wasserstoff als Enabler (#GIDSstatement 9/2022), [https://gids-hamburg.de/wp-content/uploads/2022/10/GIDSstatement2022\\_09\\_Bruhn\\_221010.pdf](https://gids-hamburg.de/wp-content/uploads/2022/10/GIDSstatement2022_09_Bruhn_221010.pdf), zuletzt aufgerufen am 22.11.2023.
- Europäisches Parlament (2022): EU-Verkaufsverbot für neue Benzin- und Dieselfahrzeuge ab 2035 – Was bedeutet das?, vom 03.11.2022, <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20221019STO44572/verkaufsverbot-fur-neue-benzin-und-dieselfahrzeuge-ab-2035-was-bedeutet-das>, zuletzt aufgerufen am 09.11.2023.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021): Powering the U.S. Army of the Future, <https://www.nap.edu/catalog/26052/powering-the-us-army-of-the-future>, zuletzt aufgerufen am 15.10.2021.
- Rappuhn, Thomas/Struck, Simon (2021): Streitkräfte der Zukunft. Energieautonomie durch Wasserstoff und Beitrag für die Entwicklung eines neuen Energiemarktes? (#GIDSstatement 12/2021), [https://gids-hamburg.de/wp-content/uploads/2022/02/GIDSStatement\\_2021\\_12\\_Rappuhn\\_Struck\\_220225.pdf](https://gids-hamburg.de/wp-content/uploads/2022/02/GIDSStatement_2021_12_Rappuhn_Struck_220225.pdf), zuletzt aufgerufen am 09.11.2023.
- Soni, Anmol (2020): Disruptive Energy Technologies and Military Capabilities, in: Margaret E. Kosal (Hg.): Disruptive and Game Changing Technologies in Modern Warfare: Development, Use, and Proliferation, Springer International Publishing: Cham, S. 115–134.
- Struck, Simon (2023a): Energieautonome Streitkräfte. Wasserstoff als Fuel für die militärische Mobilität (#GIDSresearch 2/2023), <https://gids-hamburg.de/wp-con>

tent/uploads/2023/05/GIDSresearch2023\_02\_Struck20230426.pdf, zuletzt aufgerufen am 09.11.2023.

Struck, Simon (2023b): Energieautonome Streitkräfte. Wasserstoff als Fuel für die militärische Mobilität? Zusammenfassung der Studie (#GIDSstatement 7/2023), [https://gids-hamburg.de/wp-content/uploads/2023/05/GIDSstatement2023\\_07\\_Struck\\_20230426-1.pdf](https://gids-hamburg.de/wp-content/uploads/2023/05/GIDSstatement2023_07_Struck_20230426-1.pdf), zuletzt aufgerufen am 09.11.2023.

Struck, Simon/Reim, David (2024): Energieautonome Streitkräfte. Wasserstoffherzeugung und die Möglichkeiten nachhaltiger Energiesysteme für die Versorgung von Standorten (#GIDSresearch 2/2024).