



seit 1957

Eine Veranstaltung der
Studiengesellschaft der DWT

Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Maritim Hotel Bonn | 27.-28. Mai 2026



Programm

Teilnahmebedingungen /
Anmeldelink

Stand: 27.05.2026



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Worum es geht:

Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

„Für die Bundeswehr ist es elementar, dass ihre militärischen Liegenschaften und Einsatzstellen auch bei Ausfall externer Energiequellen autark und resilient betrieben werden können. Nur so bleibt unsere Verteidigungsfähigkeit gesichert.“

Verteidigungsminister Boris Pistorius, BMVg Pressemitteilung 2024

Eine sichere und resiliente Energieversorgung ist Grundvoraussetzung für die Einsatz- und Durchhaltefähigkeit der Streitkräfte. Der Krieg in der Ukraine zeigt: Versorgungssicherheit ist nicht nur technische Notwendigkeit, sondern ein entscheidender strategischer Vorteil für Abschreckung, Verteidigung und Durchhaltefähigkeit.

Die Energieversorgung der Bundeswehr muss dem militärischen Auftrag folgen – von Planung und Bereitstellung über Bevorratung bis zur Nutzung. Autarkie, Resilienz und die jederzeitige Verfügbarkeit der benötigten Energieträger, stationär wie mobil, sind hierfür unverzichtbar.

Ziel ist eine konsequente Optimierung der Energieversorgung der Bundeswehr als ein wesentlicher Aspekt für die Auftragserfüllung. Die Sicherstellung einer größtmöglichen operativen Handlungsfreiheit und die strategische Absicherung verteidigungswichtiger Infrastruktur erfordert autarke und resiliente Energieversorgungssysteme, die auf die individuellen Bedarfe einer Liegenschaft oder eines Einsatzraums anpassbar sind.

Neue Technologien wie modulare Eigenerzeugung, Speicherlösungen, robuste Mikrogrids und KI-gestütztes Energiemanagement eröffnen zusätzliche Optionen. Sie schaffen Flexibilität für unterschiedliche Lastszenarien und stärken die Widerstandsfähigkeit der militärischen Infrastruktur.

Im Bereich der mobilen Energieversorgung stellen synthetische Kraftstoffe ein hohes Potenzial für die künftige Sicherstellung der Versorgung dar. Es gilt vermehrt technische Entwicklungen und deren zukünftige Verfügbarkeit kontinuierlich zu beobachten.

Auch Hybridisierung, Effizienzsteigerung und elektrische Zwischenantriebe, die etwa eine begrenzte Bewegung im elektrischen Modus erlauben, können zur taktischen Überlegenheit von Waffensystemen beitragen – sei es durch Reichweitenerhöhung oder Signaturminderung. Diese Vorteile können dabei auch spezifisch für bestimmte Teilstreitkräfte oder Fahrzeugklassen sein.

Das Symposium vernetzt militärische Bedarfsträger, Industrie, Wissenschaft und Energieversorger, um gemeinsam Technologien und Lösungsansätze für eine sichere und resiliente Energieversorgung zu diskutieren – stets im Dienste der Einsatzfähigkeit der Bundeswehr. Eine klare Artikulation militärischer Belange ist dabei entscheidend.

Leitfragen des Symposiums:

- **Technologien:** Welche Entwicklungen bei Erzeugung, Wandlung und Speicherung von Energie bieten das größte Potenzial, Resilienz und Autarkie militärischer Liegenschaften zu stärken?
- **Systemlösungen:** Wie können Konzepte wie Mikrogrids, intelligente Steuerung und modulare Systeme ausgestaltet werden, um auch unter Krisen und Gefechtsbedingungen Verfügbarkeit zu sichern?
- **Absicherung:** Welche modernen Optionen gibt es zur Absicherung der Energieversorgung und damit zur Aufrechterhaltung der Verteidigungsfähigkeit?
- **Alternative Kraftstoffe:** Welche neuen Kraftstoffe sind technisch und logistisch relevant für künftige militärische Systeme?
- **Abhängigkeiten:** Wo bestehen operative und logistische Verwundbarkeiten – und wie lassen sie sich durch technologische Innovationen und strategische Optionen verringern?
- **Wirtschaftlichkeit:** Wie lassen sich Resilienz, Autarkie und Wirtschaftlichkeit in der militärischen Energieversorgung verbinden, um einen tragfähigen Markt für Industrie und Investoren zu schaffen?"



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Das Tagungsprogramm am 27. Mai 2026

08:00 **Check In Counter öffnet**
[Begrüßungskaffee](#) | [Eröffnung der Ausstellung](#)

09:00 **Eröffnung**
Oberst a.D. Andreas Hornik
Geschäftsführer der SGW

09:05 **Begrüßung**
Nils Hilmer
Staatssekretär im Bundesministerium der Verteidigung

Setting the Scene:

Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

09:10 **Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten**
Ministerialdirigent Christian Thiels, UAL A IV, BMVg

09:20 **Militärische Forderungen an eine resiliente Energieversorgung**
Brigadegeneral Jürgen Schrödl, UAL SK V, BMVg

09:40 **Setting the scene: Resiliente Energieversorgung der Bundeswehr**
Ministerialrat Dr. Daniel Nitsch, Referatsleiter A IV 5, BMVg

09:50 **Panel-Diskussion:**
Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

10:20 [Kaffeepause](#) | [Besuch der Ausstellung](#)

11:05 **Parallele Sessions I** (Details siehe Folgeseite)

12:20 Vorstellung der Poster-Session I im Plenum (Elevator-Pitches)

12:40 [Mittagspause](#) | [Besuch der Ausstellung](#)

14:00 **Poster-Session I** (Details siehe Folgeseite)

15:00 [Kaffeepause](#) | [Besuch der Ausstellung](#)

15:45 **Parallele Sessions II** (Details siehe Folgeseite)

17:15 [Beer Call in der Ausstellung](#)

18:00 [Walking Buffet / Kommunikationsabend in der Ausstellung](#)

21:00 [Last Call](#)

21:30 [Ende des ersten Veranstaltungstages](#)

Parallele Sessions am 27. Mai 2026, 11:05-12:20 Uhr

Energie / Wandler / Antriebe

Moderation und Einführung: Daniel Zeitler, VINCORION

- 11:05 **Energie als kritischer Wirkfaktor in der Luftverteidigung?**
Daniel Zeitler, VINCORION
- 11:15 **Hybridisierung von Militärfahrzeugen –
Taktische Vorteile durch innovative elektrische Antriebstechnologien**
Jonas Horstmann, ABB
- 11:25 **Dezentrale Energieversorgung mit brennstoffflexiblen Mikrogasturbinen**
Martina Hohloch, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- 11:35 **Resiliente und dezentrale Energieversorgung durch eine flexibel einsetzbare Antriebslösung**
Lara Polster, Motorenfabrik Hatz
- 11:45 **Peak-Power from Powertrain - Antriebssystem als Energiequelle für Laser-Effektoren**
Esra Karaman, Renk Group
- 11:55 **Der Freikolbenlineargenerator als universelle Energieversorgung der Streitkräfte**
Markus Rausch und Prof. Dr. Manfred Gröger, SWEngin
- 12:05 **Q&A**

H2 und Brennstoffzellen

Moderation und Einführung: Marcel Kiser, SFC Energy

- 11:05 **Resiliente Energielösungen für militärische Infrastruktur und mobile Operationen**
Marcel Kiser, SFC Energy
- 11:15 **Modulare Energiecontainer für resiliente und bidirektionale Energieversorgung**
Dr. Nies Reininghaus, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- 11:25 **Brennstoffzellen und Elektrolyseure für die resiliente Energieversorgung**
Dr. Carsten Cremers, Fraunhofer-Institut für chemische Technologie (ICT)
- 11:35 **Resiliente militärische Energieversorgung mit Brennstoffzellen - Simulation, Szenarien und Bewertung der Inselbetriebsfähigkeit**
Dr. Stefan Kirschbaum, GFal e.V. / TOP-Energy
- 11:45 **Autarkie bis 2029 – Deutscher Mittelstand als Vorreiter für cyber-resiliente H₂-Mikrogrids der Bundeswehr**
Andreas Ehrle, X2E Group
- 11:55 **Q&A**

Parallele Sessions am 27. Mai 2026, 15:45-17:15 Uhr

E-Fuels / Flüssigkraftstoffe

Moderation und Einführung: Dr. Johannes Gramüller, WIWeB

- 15:45 **Synthetische Kraftstoffe in der militärischen Nutzung**
Dr. Johannes Gramüller, Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe
- 16:00 **Synthetische Kraftstoffe - Status Quo und Perspektiven aus Sicht eines OEMs**
Benedikt Ackerschott, DWE
- 16:10 **Entwicklung einer Technologie zur Herstellung von Kerosin auf Basis Methanol**
Dr. Mario Kuschel, CAC ENGINEERING GmbH
- 16:20 **Resiliente Kraftstoffversorgung: Synthetische Drop-in-Fuels aus deutscher Großproduktion**
Kevin Günther, German eFuel One
- 16:30 **Resilienz der Energieversorgung durch ein dezentrales Kraftstoffproduktionsnetzwerk**
Arthur Hustad und Dr. Tim Böltken, INERATEC
- 16:40 **E-Fuels als strategischer Resilienzfaktor der Bundeswehr**
Christian Sacchet, P3
- 16:50 **Strombasierte Kraftstoffe zur resilienten Versorgung mit speicherbaren Energieträgern**
Dr. Christoph Arndt, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- 17:00 **Q&A**

E-Speicher

Moderation und Einführung: Dr. Heiko Solmecke, VINCORION

- 15:45 **Adaptiv, softwaredefiniert, resilient? Alternativen für leistungsfähige Fahrzeugenergiesysteme**
Dr. Heiko Solmecke, VINCORION und Thomas Plaschko, PULSETRAIN
- 16:15 **Ultra-Hochleistungs-Lithium-Ionen-Batterien – leistungsstark und lieferkettenresilient**
Dr. Verena Drews, V4Smart
- 16:25 **Verwundbarkeit militärischer Energieversorgung durch Abhängigkeit von Batteriezellen**
Benno Leuthner, Customcells
- 16:35 **Geschützte Unterwasser-Energieversorgung für Fahrzeuge und kritische Infrastruktur**
Mike Naismith, SubCtech
- 16:45 **Signaturarme, modulare Energie: taktischer Schlüssel zur Einsatzfähigkeit der Bundeswehr**
Jan Horn, Instagrid
- 16:55 **Schlüsselressource Energie – Resiliente Batterieversorgung als Beitrag militärischer Fähigkeiten**
Dr. Michael Holzappel, Fraunhofer ICT
- 17:05 **Q&A**

Poster-Sessions am 27. Mai 2026

14:00-15:00 Uhr

Alle Poster werden mit einem Elevator-Pitch im Plenum vorgestellt!

Jeder Durchlauf der 15 parallelen „Speaker Corners“ dauert 10 Minuten (Vortrag & Dialog), danach 5 min. Wechselzeit.

Die Poster-Vorträge werden viermal gehalten, sodass jeder Teilnehmer seine individuellen „TOP 4“ aufsuchen kann.

Elevator-Pitches im Plenum: 12:20

Startzeiten an den Postern: 14:00 - 14:15 - 14:30 - 14:45

Poster A1

Resiliente Energiesysteme ganzheitlich betrachten? Von passiver bis aktiver Resilienz

Philipp Czasch, HDC Solutions

Poster A3

Energieversorgung von Bundeswehrliegenschaften und grünes Kerosin - Arbeiten der FH Westküste

Prof. Dr. Oliver Opel, FH Westküste

Poster A4

Effiziente dezentrale autarke Energiesysteme auf Basis von keramischen Hochtemperaturtechnologien

Dr. Matthias Jahn, Fraunhofer IKTS

Poster A5

Resiliente und autarke militärische Energiesysteme durch flexible Energiebereitstellung und -abnahme

Prof. Dr. Julian Jepsen, Helmut-Schmidt-Universität - Universität der Bundeswehr Hamburg

Poster A6

H2MicroGrid - Autarke Energieversorgung von Standorten durch Wasserstoff

Dr. Dirk Burkhard, HYDAC International

Poster A7

Biomassebasierter Methanol als Rohstoff der Kraftstoffherstellung

Dr. Andreas Bösmann, Institut für Chemische Reaktionstechnik

Poster A8

Autarke Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff auf einer schwimmenden Offshore-Anlage

Nils Gommel, Technische Universität Hamburg

Poster A9

Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Nutzung heimischer Biogasproduktion zur Methanolsynthese als Zwischenschritt zu militärischen Kraftstoffen

Benedikt Bender, OWI Science for Fuels

Poster A10

Peak Shaving und mobile Batteriespeicher – Energiecontainer für militärische und stationäre Anwendungen

Florian Görsch, Akkodis

Poster A11

Taugt Wasserstoff als Energieträger für die Streitkräfte und für eine resiliente Energieinfrastruktur?

Dr. Florian Nigbur, TÜV Rheinland

Poster A12

Intelligentes Last- und Redundanzmanagement in der mobilen Energieversorgung

Willy Jahn, United Rentals

Poster A13

Neue taktische Energiesysteme der Bundeswehr im Einsatz?

Von den Anforderungen in die Truppenerprobung

Christopher Mußbach, VINCORION

Poster A14

Energieautarkie im Einsatz: Batteriespeicher als Schlüsseltechnologie für militärische Unabhängigkeit?

Dr. Matthias Schmidt, WP Holding

Poster A15

Herausforderungen und aktuelle Lösungen der Energieversorgung am Soldaten

Martin Dankert, Bren-Tronics an EnerSys company

Das Tagungsprogramm am 28. Mai

07:30 **Check In Counter öffnet**
[Begrüßungskaffee](#) | [Eröffnung der Ausstellung](#)

08:00 **Begrüßung**
Oberst a.D. Andreas Hornik, Geschäftsführer der SGW

08:05 **Resiliente Infrastruktur/ Microgrids**
Moderation und Einführung: Prof. Dr. Frank Atzler, Technische Universität Dresden

08:10 **Die Energiesituation in Deutschland, Rückschlüsse auf die Verteidigung**
Prof. Dr. Frank Atzler, Technische Universität Dresden

08:20 **Aufbau elektrischer Inselnetze mit Optimal-Grid-Control aus Frequenzumrichtern**
Andreas Diedrich, ABB - MOHP

08:30 **Military Energy Platform: Resiliente Energieversorgung auf Basis bestehender Systeme**
Dr. André Hoffmann, Arvato Systems

08:40 **Strategien für eine resiliente und klimaneutrale Energieversorgung der Bundeswehrliegenschaften – Implikationen für Klimaschutz und Kriegstüchtigkeit**
Carsten Wibben, Leitstellen für klimaneutrale Energieversorgung der Liegenschaften der Bundeswehr (LKEBw)

08:50 **Von Planung zu Verfügbarkeit: Resiliente Bundeswehr-Infrastruktur durch Mesh-Netze**
Ulrik Sauerzapfe, Fortinet

09:00 **Latentwärmespeicher für resiliente und wirtschaftliche Wärme- und Kälteversorgung**
Christian Teicht, Fraunhofer ICT

09:10 **Zukunftsfähige Bundeswehr-Energieinfrastruktur durch Industriekooperation**
Benedikt Gutzweiler, PwC Strategy&

09:20 **Modellierung inselbetriebsfähiger Mikronetze für autonome, resiliente Energieversorgung**
Veronica Maier, Technical University of Cluj-Napoca

09:30 **Resiliente Liegenschaftsenergiekonzepte für autarke kritische Energieversorgung**
Arjun Vijay, Universität der Bundeswehr München

09:40 Vorstellung der Poster-Session II im Plenum (Elevator-Pitches)

10:00 [Kaffeepause](#) | [Besuch der Ausstellung](#)

10:45 **Poster-Session II** (Details siehe Folgeseite)

11:45 [Raumwechsel ins Plenum](#)

12:00 **Energy Facilities and Supply Chains as Primary Military Targets: The Case of Ukraine**
Kristina Rimkunaite, NATO ENSEC CoE

12:30 **Verteidigungswichtige Infrastruktur**
Oberstleutnant i.G. Ludger Dörholt, SK V 2, BMVg

12:45 **Neue Energie für BW-Standorte: Selbst, Autark, multiFuel, Effizient (SAFE)**
Gerrit Koll, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

13:00 [Mittagspause](#) | [Besuch der Ausstellung](#)

14:00 **Energie als Fähigkeit**
Moderation und Einführung:
Ministerialrat Prof. Dr. Michael Faulde, A IV 5, Bundesministerium der Verteidigung

14:10 **Herausforderungen und Lösungsansätze für eine sichere und resiliente Energieversorgung**
Prof. Dr. Martin Braun, Fraunhofer IEE

14:20 **Schutz dezentraler Energiesysteme im hybriden Bedrohungskontext**
Dr. Enrique Kremers, IABG

14:30 **Dual-Use-Energieinfrastruktur für resiliente militärische Versorgung**
Peter Schrum, Bundesverband für Regenerative Mobilität

14:40 **70 Jahre FBG - Gesicherte Leistungserbringung für Bundeswehr und NATO**
Wolfgang Heilmann, Fernleitungs-Betriebsgesellschaft

14:50 **Mobile Dual Use Energy Storage Systems**
Marco Panhans, Mercedes-Benz Energy

15:00 **Energieversorgung auf der letzten Meile**
Martin Holtz, msg systems

15:10 **Vom Rechenzentrum bis zum Einsatzgebiet: Energie- und Kältesicherheit**
Prof. Dr. Armin Schnettler, P3 energy solutions

15:20 **Q & A**

15:30 [Resümee und Verabschiedung](#) | [Ende der Veranstaltung](#)

Poster-Sessions am 28. Mai 2026
10:45-11:45 Uhr

Alle Poster werden mit einem Elevator-Pitch im Plenum vorgestellt!

Jeder Durchlauf der 15 parallelen „Speaker Corners“ dauert 10 Minuten (Vortrag & Dialog), danach 5 min. Wechselzeit.

Die Poster-Vorträge werden viermal gehalten, sodass jeder Teilnehmer seine individuellen „TOP 4“ aufsuchen kann.

Elevator-Pitches im Plenum: 09:40 Uhr im Plenum

Startzeiten an den Postern: 10:45 - 11:00 - 11:15 - 11:30

Poster B1

Hybride Energieversorgung neu gedacht -
Innovative, zuverlässige Stromversorgung für maximale Resilienz
Dr. Rüdiger Franke, ABB

Poster B2

Resiliente militärische Elektrizitätsversorgung?
Eigenschaften und Rolle zyklensfester Schwungmassenspeicher
Dr. Hendrik Schaede-Bodenschatz, Adaptive Balancing Power

Poster B3

Energiedaten-Ökosystem für die Bundeswehr
Prof. Dr. Michael Laskowski, Atos Information Technology

Poster B4

Rechtssichere Integration von Technologien zur Erzeugung, Wandlung und Speicherung
von Erneuerbaren Energien am Beispiel des Project Green Barracks
Dr. Hermann Rothfuchs, Bird & Bird

Poster B5

Überlegung für eine nationale Kraftstoff-Strategie
Andreas Kurtz, Bundesministerium des Innern

Poster B6

Interoperable battlefield energy supply through standardization in military vehicle hybrid
powertrains
Jasper Groenewegen, DNV

Poster B7

Versorgung kritischer Infrastrukturen mit hybriden Netzersatzanlagen
Axel Seibel, Fraunhofer IEE

Poster B8

Dezentrale Energieversorgungssysteme als Baustein der Resilienz militärischer Infrastruktur
Dr. Benjamin Lickert, Fraunhofer-Institut für Kurzzeiddynamik, Fraunhofer EMI

Poster B9

Das integrierte Energiesystem im Multi-Domain-Einsatz: Lösungsansätze für neue Anforderungen
durch das moderne Gefechtsfeld
Philipp Kitterer, DEUTZ

Poster B10

Resilienz und Autarkie in der Energieversorgung von Liegenschaften?
Bewertung innovativer Netztopologien am Beispiel einer Modellliegenschaft
Philipp Wagner, Helmut-Schmidt-Universität/UniBw Hamburg

Poster B11

Wie kann dezentrale Ladeinfrastruktur in eine militärische Resilienzarchitektur integriert werden?
Ulrike Dreyer, Intelligent Energy System Services

Poster B12

Analyse und Bewertung von Energieinfrastruktur zur simulationsgestützten Resilienz-Betrachtung
am Beispiel einer militärischen Liegenschaft
Matthias Sandkaulen, Industrieanlagen- Betriebsgesellschaft

Poster B13

Vom Stromnetz zur Einsatzfähigkeit: Lagebilder und Resilienz
für die Energieversorgung der Bundeswehr
Fiete Kolk, Orcrist Technologies und *Alexander Hommes*, Fraunhofer FHR

Poster B14

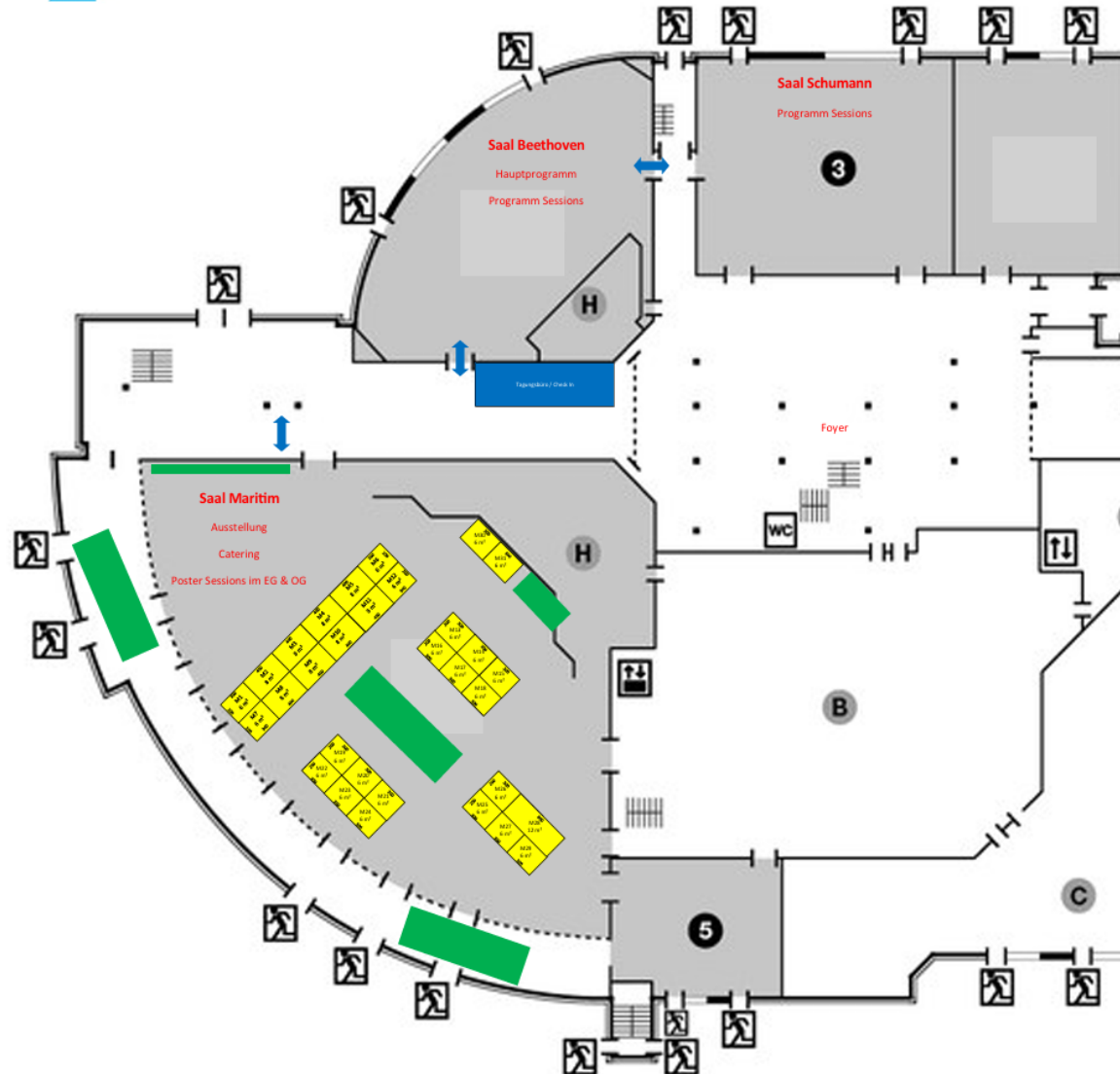
CleanDefense.tech - ein non-disruptives, sektorenübergreifendes Dual-Use-Energiekonzept für
zivile und militärische Anwendungen
Ergun Çehreli, KSW Bioenergie GmbH

Poster B15

Batterietechnologie und Wertschöpfung:
Strategische Abhängigkeiten und technologische Souveränität
Dr. Philipp Wunderlich, Accenture Industry X

Energieversorgung der Bundeswehr Hallenplan

27. und 28. Mai 2026
Maritim Hotel Bonn
Stand vom: 18. Mai 2026











Stand	m ²	Aussteller
M1	6	Beteiligungs- und Projektmanagement GmbH
M2	8	ALHO Group
M3	8	X2E System Engineering
M4	8	DIRKS Defence
M5	8	United Rentals
M6	6	IABG
M7	6	Mahr Heizung
M8	8	V4Smart GmbH & Co. KG
M9	8	Vincorion
M10	8	Vincorion
M11	8	Whitecell Eisenhuth
M12	6	Instagrid
M13	6	HDC Solutions GmbH
M14	6	Nolte Defense Systems
M15	6	VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut
M16	6	ABB
M17	6	AES Akku Energie Systeme
M18	6	new energy
M19	6	Göhler GmbH
M20	6	Sroka Stahl- und Anlagenbau
M21	6	Fraunhofer IEE
M22	6	Scio Energy
M23	6	SPIE Germany
M24	6	KSW Bioenergie
M25	6	SFC Energy
M26	6	Lindner & Fischer
M27	6	Superwind
M28	12	Rud. Otto Meyer Technik
M29	6	TOP-Energy
M30	6	UBPM Umwelt – Beratung und Produkt - Management
M31	6	Presseauslage

Poster Sessions









Poster A/B 1	Salon Lenné 1. OG
Poster A/B 2	Salon Haber 1. OG
Poster A/B 3	Salon Mann 1. OG
Poster A/B 4	Foyer Saal Maritim / Beethoven EG
Poster A/B 5	Saal Schumann EG
Poster A/B 6	Salon Arndt 1. OG
Poster A/B 7	Salon Hauptmann 1. OG
Poster A/B 8	Saal Maritim EG
Poster A/B 9	Saal Maritim EG
Poster A/B 10	Saal Maritim EG
Poster A/B 11	Saal Maritim EG
Poster A/B 12	Saal Maritim Empore 1. OG
Poster A/B 13	Saal Maritim Empore 1. OG
Poster A/B 14	Saal Maritim Empore 1. OG
Poster A/B 15	Saal Maritim Empore 1. OG

- Verfügbare Standfläche, Maße wie eingezeichnet. Bauhöhe <= 250 cm.
- Belegte Standfläche, Maße wie eingezeichnet. Bauhöhe <= 250 cm.
- Buffet / Getränke / Cateringfläche








Die Fachausstellung

Logo	Unternehmen	Ansprechpartner	Zum Profil
	AES Akku Energie Systeme	Robert Mellinshoff , Info@akkuenergiesysteme.de	Unternehmensprofil
	ALHO Systembau	Frederik Johannes , info@alho.com	Unternehmensprofil
	DIRKS Group	Nico Hannemann , nhanemann@dirks-group.de	Unternehmensprofil
	HDC Solutions	Philipp Czasch , contact@hdc-solutions.de	Unternehmensprofil
	IABG	info@iabg.de	Unternehmensprofil
	Instagrid	Jan Horn , jan.horn@instagrid.com	Unternehmensprofil
	Theod. Mahr Söhne	Tobias Berzborn , T.Berzborn@mahr-heizung.de	Unternehmensprofil
	KSW Bioenergie	Ergun Çehreli , ceo@ksw-bioenergie.de	Unternehmensprofil

Die Fachausstellung

Logo	Unternehmen	Ansprechpartner	Zum Profil
	United Rentals	Christian Voß , cvoss@ur.com	Unternehmensprofil
	V4 Smart	contact@v4smart.com	Unternehmensprofil
	Vincorion	Daniel Zeitler , daniel.zeitler@vincorion.com	Unternehmensprofil
	Whitecell Eisenhuth	Thorsten Hickmann , t.hickmann@eisenhuth.de	Unternehmensprofil
	X2E System Engineering	Andreas Ehrle , andreas.ehrle@x2e.de	Unternehmensprofil
	Sroka Erneuerbare Energien	Joachim Sroka , sroka@sroka.de	Unternehmensprofil
	Fraunhofer IEE	Michael Beil , michael.beil@iee.fraunhofer.de	Unternehmensprofil
	SPIE Germany	Mathias Eik , mathias.eik@spie.com	Unternehmensprofil

Die Fachausstellung

Logo	Unternehmen	Ansprechpartner	Zum Profil
	Lindner & Fischer	Stefan Lindner , s.lindner@lindner-fischer.com	Unternehmensprofil
	Superwind	Martin Helmhart , mh@superwind.com	Unternehmensprofil
	TOP-Energy	Dr. Stefan Kirschbaum , info@top-energy.de	Unternehmensprofil
	new enerday	Matthias Boltze , mboltze@new-enerday.com	Unternehmensprofil
	VDE	Matthias Felber , matthias.felber@vde.com	Unternehmensprofil
	energy RACK	Gregor Feig , gfeig@rom-technik.de	Unternehmensprofil
	ROM-Contracting GmbH	Mirko Dippert , mdippert@rom-contracting.de	Unternehmensprofil

Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



Wir von AES Akku Energiesysteme entwickeln und realisieren modulare Energiesysteme für mobile und autarke Anwendungen – überall dort, wo eine zuverlässige, leise und emissionsfreie Energieversorgung entscheidend ist. Unser Fokus liegt auf praxisnahen und robusten Lösungen, die sich flexibel an unterschiedlichste Anforderungen anpassen lassen und auch unter anspruchsvollen Einsatzbedingungen zuverlässig arbeiten. Ein besonderes Augenmerk legen wir dabei auf kompakte Bauweise und geringes Gewicht, um den Einsatz in mobilen Anwendungen so effizient und einfach wie möglich zu gestalten. Unsere Systeme ermöglichen eine unterbrechungsfreie Stromversorgung durch Hot-Swap-fähige Batterielösungen. Das bedeutet: Ein Batteriewechsel kann im laufenden Betrieb durchgeführt werden, ohne dass es zu Ausfallzeiten kommt. Direkt nach dem Tausch ist das System sofort wieder einsatzfähig – ein entscheidender Vorteil in zeitkritischen und sicherheitsrelevanten Anwendungen. Die Swap-Funktion sorgt für maximale Verfügbarkeit, reduziert Stillstandszeiten und erhöht die Effizienz im laufenden Betrieb deutlich. Ein weiterer zentraler Vorteil ist die Fähigkeit, Energie gleichzeitig zu laden und zu entladen. Dadurch können unsere Systeme kontinuierlich betrieben werden, beispielsweise in Kombination mit externen Energiequellen. Besonders relevant ist hierbei die Kompatibilität mit Brennstoffzellensystemen, wodurch sich hybride Energielösungen realisieren lassen, die Laufzeiten deutlich verlängern und neue Einsatzmöglichkeiten eröffnen. Darüber hinaus bieten unsere Energiesysteme eine hohe Skalierbarkeit, wodurch sich Leistung und Kapazität flexibel an den jeweiligen Einsatzfall anpassen lassen – von kompakten Anwendungen bis hin zu komplexen, leistungsintensiven Systemen. Die Bereitstellung gängiger Spannungen wie 12 V, 24 V, 48 V und 230 V gewährleistet dabei eine maximale Kompatibilität mit bestehenden Anwendungen und ermöglicht eine einfache Integration. Zum Einsatz kommen unsere Energiesysteme unter anderem in mobilen Fahrzeuglösungen, autonomen Systemen sowie in sicherheitskritischen Umgebungen. Gerade im Bereich autonomer Anwendungen – etwa in der Robotik, bei fahrerlosen Transportsystemen oder mobilen Überwachungseinheiten – wächst der Bedarf an leichten, leistungsfähigen und jederzeit verfügbaren Energieplattformen kontinuierlich. Mit unseren Lösungen tragen wir dazu bei, Energieversorgung flexibler, effizienter und zukunftssicher zu gestalten – mit Fokus auf geringes Gewicht, maximale Verfügbarkeit durch Hot-Swap-Technologie und sofortige Einsatzbereitschaft.

Ansprechpartner:
Robert Mellinghoff
Info@akkuenergiesysteme.de

<https://akkuenergiesysteme.de>

Die Fachausstellung



Die ALHO Gruppe – modulare Systemlösungen für sicherheitsrelevante Infrastruktur

Die ALHO Gruppe ist eine inhabergeführte Unternehmensgruppe mit Sitz in Friesenhagen und zählt zu den führenden Anbietern serieller Systembauweisen in Deutschland und Europa. Mit jahrzehntelanger Erfahrung, industrieller Fertigungstiefe und hoher Planungskompetenz realisiert die ALHO Gruppe modulare Gebäude- und Raumsysteme für dauerhafte wie temporäre Anwendungen – auch unter anspruchsvollen Rahmenbedingungen. Insbesondere für die Bundeswehr sowie für rüstungsnahe und sicherheitsrelevante Einsatzbereiche bietet die Gruppe ein leistungsstarkes, aufeinander abgestimmtes Portfolio aus einer Hand.

Zur ALHO Gruppe gehören drei spezialisierte Unternehmen, die unterschiedliche Nutzungsanforderungen gezielt abdecken. Die ALHO Systembau GmbH steht für dauerhaft genutzte Modulgebäude in zertifizierter industrieller Werksfertigung. Auf Basis freitragender Stahlskelettstrukturen entstehen robuste, langlebige und zugleich flexible Gebäude, die sich erweitern, aufstocken, umnutzen oder bei Bedarf versetzen lassen. Realisiert werden unter anderem Unterkünfte, Büro- und Verwaltungsgebäude, Funktions- und Wirtschaftsgebäude sowie komplexe Sonderbauten. Für militärische und sicherheitskritische Projekte bietet ALHO Systembau kurze Realisierungszeiten, hohe Termin- und Kostensicherheit sowie nachhaltige Gebäudekonzepte nach DGNB- und BNB-Standard.

Die FAGSI Vertriebs- und Vermietungs-GmbH ergänzt das Leistungsportfolio der Gruppe um temporäre Raumsysteme. FAGSI ist spezialisiert auf schnell verfügbare, flexibel einsetzbare Raumlösungen zur Miete oder zum Kauf. Die modularen Systeme eignen sich insbesondere für kurzfristige Bedarfe, Übergangsnutzungen oder einsatzbezogene Infrastrukturmaßnahmen. Gerade auf militärischen Liegenschaften und bei sicherheitsrelevanten Vorhaben ermöglicht FAGSI eine schnelle Bereitstellung funktionaler Räume bei gleichzeitig hohem Qualitäts- und Ausstattungsniveau.

Mit der ProContain GmbH bietet die ALHO Gruppe zudem hochwertige Containersysteme für temporäre und dauerhafte Anwendungen. ProContain entwickelt modulare Containerlösungen mit hoher technischer Qualität, individueller Ausstattung und vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. Die Systeme erfüllen hohe Anforderungen an Stabilität, Nutzungsflexibilität und Langlebigkeit und eignen sich auch für anspruchsvolle Einsatzumgebungen.

Gemeinsam steht die ALHO Gruppe für ganzheitliche Planung, industrielle Fertigung und einen vollständigen Leistungsumfang von der Beratung über Planung, Produktion und Montage bis zur schlüsselfertigen Übergabe. Mit ihren modularen Systemlösungen ist die ALHO Gruppe ein verlässlicher Partner für Bundeswehr, Verteidigung und sicherheitsrelevante Infrastrukturprojekte – effizient, flexibel und nachhaltig.

Ansprechpartner:

Frederik Johannes
info@alho.com



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



Dirks Defence & Security –Flexibel, schnell und sicher

Die Unternehmen der Dirks Defence & Security sind seit über 50 Jahren Partner der Bundeswehr, der NATO sowie weiteren öffentlichen Auftraggebern als auch der wehrtechnischen Industrie.

Von der Konzeption und Herstellung diverser Systeme wie z. B. mobiler Tankcontainer zur Trinkwasser- und Kraftstoffversorgung über die Wartung und Instandsetzung von geschützten und ungeschützten Fahrzeugen bis hin zu Speziallösungen im Bereich ABC-Abwehr bieten wir verlässliche Produkte und Lösungen und decken die Bedarfe unserer Kunden.

Ob in den eigenen Werken oder im Außendienst, unser erfahrenes, motiviertes und entsprechend geschultes Personal ist dabei der Schlüssel zum Erfolg.

Als Teil der Dirks Group kombinieren wir die Erfahrungen und Kompetenzen im Bereich Defence mit den Fähigkeiten industrieller Fertigungsprozesse, Logistik, Automatisierung und Digitalisierung und bieten so branchenübergreifende Lösungen an.

Sei es die Planung, der Aufbau und der Betrieb mobiler Infrastruktur, die Übernahme von Koordinations- und Montageleistungen, die Lagerung von Systemen, Gerät und Ersatzteilen bis hin zum After Sales Service, wir überzeugen Sie gerne mit unseren Leistungen.

Ansprechpartner:
Nico Hannemann
nhanemann@dirks-group.de

<https://defence.dirks-group.de/de/>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



HDC Solutions GmbH

Die HDC Solutions GmbH entwickelt resiliente Energiesysteme für militärische sowie kritische Infrastrukturen. Ziel ist die Sicherstellung der Handlungsfähigkeit und Versorgungssicherheit sowohl im Regelbetrieb als auch im Krisen- und Konfliktfall.

Im Mittelpunkt steht ein ganzheitlicher Ansatz mit Fokus auf Resilienz, Autarkie und Effizienz: von der Auslegung über die Simulation bis zur (echtzeit-)optimierten Betriebsführung komplexer Energiearchitekturen. Dabei werden Erzeugung, Speicherung und Verbrauch systemübergreifend betrachtet und miteinander verknüpft. Grundlage hierfür sind eigene Software- und Hardwarelösungen, in welche spezialisierte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu den Bereichen autonome Energiesysteme, Physics-driven AI, Simulation und Resilienzbewertung einfließen. Zusammen ermöglicht das eine belastbare Mehrzieloptimierung und die Entwicklung prädiktiver Betriebsstrategien unter realen Randbedingungen.

Mit der modularen Plattform **THORIUM** simuliert und optimiert HDC Solutions komplexe Energiesysteme in Form digitaler Zwillinge. Szenarien werden vorab analysiert, bewertet und in konkrete Betriebsstrategien überführt. In simulationsgestützten Blackout-Szenarien konnte gezeigt werden, dass durch systemübergreifende Energie- und Wärmevernetzung der Einsatz von Backup-Systemen signifikant reduziert und gleichzeitig die Versorgung kritischer Lasten vollständig sichergestellt werden kann.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Entwicklung adaptiver, szenarioangepasster Systeme. Sie ermöglichen es, auf dynamische Anforderungen und Störungen flexibel und in Echtzeit zu reagieren. Aus Forschungs- und Anwendungserfahrung zeigt sich, dass typischerweise nur etwa 30 % des Gesamtverbrauchs als kritisch abzusichern sind. Durch zellularen Aufbau und vernetzten Betrieb können diese gezielt versorgt, Ressourcen effizient eingesetzt und die Resilienz signifikant erhöht werden.

Ihr Mehrwert:

Konkrete, individuelle Softwarelösungen für die Auslegung

Integrierte Software- und Hardwarelösungen für den Betrieb resilienter Energiesysteme

Beratende Leistungen: von der Entwicklung prädiktiver Betriebsstrategien bis hin zur kontinuierlichen Begleitung auf Basis eigener operativer und militärischer Erfahrung

HDC Solutions verbindet technologische Expertise mit operativem Verständnis. Lösungen werden konzipiert, unter realitätsnahen Bedingungen validiert und auf Einsatzfähigkeit ausgelegt.

HDC Solutions ist Teil der HDC Group und arbeitet an der Schnittstelle von Energie, Sicherheit und technologischer Souveränität.

RESILIENTE ENERGIESYSTEME ALS VORAUSSETZUNG

STAATLICHER HANDLUNGSFÄHIGKEIT.

Besuchen Sie uns am Stand von HDC Solutions – M13

Ansprechpartner:

Philipp Czasch

contact@hdc-solutions.de

[hdc-solutions.de](https://www.hdc-solutions.de)

Die Fachausstellung



Die IABG ist ein unabhängiges Technologie- und Beratungsunternehmen mit Expertise in der Analyse, Erprobung und Bewertung sicherheitskritischer Systeme. Die IABG unterstützt die Bundeswehr bei der Entwicklung resilienter und einsatzfähiger Lösungen für die militärische Energieversorgung – insbesondere im Spannungsfeld hybrider Bedrohungen und zunehmender Dezentralisierung.

Aktuelle Konflikte zeigen: Energieinfrastruktur ist ein primäres Ziel hybrider Bedrohungen und damit ein kritischer Faktor für Einsatzfähigkeit und Durchhaltevermögen. Gleichzeitig führen Dezentralisierung, modulare Eigenerzeugung und Speicherlösungen zu komplexeren Systemarchitekturen mit erhöhten Anforderungen an Schutz und taktische Verfügbarkeit.

Ein zentraler Ansatzpunkt ist die fundierte Analyse bestehender Energieinfrastrukturen. Viele militärische Liegenschaften verfügen über historisch gewachsene Versorgungssysteme. Oft fehlt die notwendige Transparenz hinsichtlich Zustand, Kapazität und Netzstruktur. Fehlende Kenntnisse über kritische Abhängigkeiten und Lastflüsse erhöhen das Risiko von Versorgungsausfällen und erschweren die Weiterentwicklung hin zu resilienten Systemen.

Die IABG liefert hierfür strukturierte Methoden zur Bestandserfassung und Bewertung. Dazu zählen die Vermessung elektrischer Netze, die Bewertung technischer Zustände sowie die Erhebung realer Lastdaten. So entsteht eine belastbare Grundlage zur Identifikation von Verwundbarkeiten und zur Ableitung gezielter Maßnahmen.

Im Rahmen von Table-Top-Exercises (TTX), wie der NATO Nordic Pine 2025, werden multidisziplinäre Akteure mit komplexen Angriffsszenarien konfrontiert. Mit Formaten wie dem NATO Concept Assessment Development Game (CDAG) lassen sich Wechselwirkungen zwischen Energieinfrastruktur, Operationen und Bedrohungen realitätsnah analysieren.

Darauf aufbauend führt die IABG simulationsgestützte Analysen durch. Szenariobasierte Betrachtungen ermöglichen die Bewertung von Störungen durch Fremdeinwirkung, Naturereignisse oder Systemausfälle und machen deren Auswirkungen auf die Einsatzfähigkeit transparent. Dies schafft eine fundierte Grundlage für die Weiterentwicklung robuster Energieversorgungssysteme – sowohl für stationäre Liegenschaften als auch für verlegfähige, dezentrale Einsatzsysteme.

Darüber hinaus adressiert die IABG den physischen Schutz von Energiesystemen einschließlich ballistischer Bedrohungen sowie Übungs- und Trainingsumgebungen zur Erprobung unter realistischen Einsatzbedingungen.

Im Rahmen des Vortrags „Schutz dezentraler Energiesysteme im hybriden Bedrohungskontext“ zeigt Dr. Kremers Ansätze zur Reduktion von Verwundbarkeiten. In der Poster-Session stellt Matthias Sandkauen Methoden zur strukturierten Analyse und simulationsgestützten Bewertung militärischer Energieinfrastrukturen vor. Die Beiträge laden ein zum fachlichen Austausch, wie bestehende Infrastrukturen systematisch analysiert, geschützt und zu robusten, durchhaltefähigen Energiesystemen weiterentwickelt werden können.

Die Fachausstellung



Instagrid präsentiert GO MIL – taktische Energieeinheit im Einsatz bei der Bundeswehr

Instagrid, führender Anbieter tragbarer Hochleistungs-Batteriesysteme, stellte mit Instagrid GO MIL erstmals auf der EnforceTac 2026 eine speziell für militärische und taktische Anwendungen entwickelte Lösung vor. Das System verfügt über eine NATO Stock Number (NSN) und ist bereits in die nächste Generation taktischer Energiesysteme der Bundeswehr integriert.

Einsatzbereite Energie für moderne Operationen

Technologische Fortschritte haben die Anforderungen an militärische Einsätze grundlegend verändert. Elektronische Systeme müssen dauerhaft und zuverlässig betrieben werden – taktische Energie wird damit zur Schlüsselressource. Herkömmliche Generatoren stoßen hier an Grenzen, da sie weder lautlos noch signaturarm arbeiten

Instagrid GO MIL liefert saubere, lautlose und netzqualitative Energie überall dort, wo Mobilität, Unauffälligkeit und schnelle Einsatzbereitschaft entscheidend sind. Das kompakte und robuste System unterstützt vielfältige Anwendungen, darunter die Versorgung von Kommunikations- und Sensorsystemen, Notstrom für Infrastruktur, das Laden von Drohnen sowie Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten im Feld.

Seit der Vorstellung auf der Milipol 2025 gewinnt GO MIL zunehmend an Bedeutung in europäischen Verteidigungsstrukturen und ersetzt fossile Generatoren durch flexible, emissionsfreie Energieversorgung.

Integration in die Bundeswehr

Die Bundeswehr setzt GO MIL als Teil ihrer neuen Generation hybridisierter Energiesysteme ein. In der Leistungsklasse 2 kW bildet es gemeinsam mit der Schalllösung Instagrid LINK MIL und einer Transportlösung eine zentrale Komponente. Das System erhöht die Resilienz, reduziert den Kraftstoffverbrauch und vereinfacht logistische Abläufe.

Für extreme Bedingungen entwickelt

Basierend auf der Instagrid GO Plattform bietet GO MIL hohe Mobilität und Plug-and-Play-Funktionalität für anspruchsvolle Einsatzszenarien. Es arbeitet zuverlässig unter extremen Bedingungen und gewährleistet eine durchgehende Energieversorgung in Fahrzeugen, an vorgeschobenen Stützpunkten oder in Krisengebieten.

Zu den Eigenschaften zählen IP65-Schutz, ein Betriebstemperaturbereich von -32 °C bis $+60\text{ °C}$, lautloser Betrieb, geringe Wärmeemissionen sowie eine einfache Ein-Personen-Bedienung. Damit eignet sich GO MIL besonders für Aufklärungsmissionen, mobile Einsätze, Grenzsicherung und Katastrophenhilfe.

Über Instagrid

Seit der Gründung im Jahr 2018 durch Dr. Sebastian Berning und Dr. Andreas Sedlmayr setzt Instagrid neue Maßstäbe für portable Energieversorgung. Die robusten Batteriesysteme des Unternehmens ersetzen Verbrennergeneratoren durch eine saubere, effiziente und wartungsfreie Lösung.

Ansprechpartner:

Jan Horn

jan.horn@instagrid.com

<https://instagrid.co/de>

Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung

The logo for MAHR is the word 'MAHR' in a bold, black, sans-serif font, centered within a black rectangular border.

MAHR

Die Theod. Mahr Söhne GmbH ist ein familiengeführtes Unternehmen aus Aachen, das inzwischen in der sechsten Generation weitergeführt wird und zugleich als ältester Heizungsbetrieb Deutschlands gilt. Sowohl früher als auch heute bieten wir Ihnen stets zeitgemäße und innovative TGA-Lösungen im Bereich Heizungs- und Klimatechnik für Privat-, Industrie- und Gewerbekunden an. Der Bereich Großanlagenbau ist auf Prüfstände-, Sonderbau und Themen zur Energieversorgung spezialisiert.

Ansprechpartner:

Tobias Berzborn,
T.Berzborn@mahr-heizung.de

<https://www.mahr-heizung.de>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



Die KSW Bioenergie GmbH ist ein deutsches Technologie- und Projektentwicklungsunternehmen im Bereich der nachhaltigen Energieerzeugung aus biogenen Rest- und Abfallstoffen mit Sitz in Bonn. Das Unternehmen wurde 2004 gegründet und entwickelt dezentrale Energie- und Klimaschutzkonzepte auf Basis seines patentierten KSW-Verfahrens®.

Kern des Geschäftsmodells ist die thermochemische Umwandlung von regionalen organischen Reststoffen, Non-Food-Biomasse sowie Abfällen in klimaneutrale Energieprodukte. In sogenannten dezentralen „KSW Klimaschutzwerken“ werden ganzjährig und unabhängig von Wetter und Tageszeit klimaneutral synthetische Biokraftstoffe, Strom und Wärme erzeugt. Die Anlagen arbeiten als hybride Energiewerke und kombinieren Kraftwerks- und Bioraffinerie-Technologien mit hoher Energieeffizienz und geringer Umweltbelastung.

Durch die regionale Ausrichtung haben die KSW Klimaschutzwerke wesentliche Vorteile hinsichtlich der Unabhängigkeit von geopolitischen Entwicklungen und bieten eine hohe Versorgungssicherheit.

Die KSW Bioenergie GmbH übernimmt neben der Technologieentwicklung auch die komplette Projektplanung und Umsetzung – von regionalen Entsorgungs- und Versorgungskonzepten über Engineering und Beschaffungsmanagement bis hin zur schlüsselfertigen Realisierung der Anlagen.

Besonderer Fokus liegt auf der CO₂-neutralen Energieerzeugung, der Netzstabilisierung durch regelbaren Grundlaststrom sowie der Nutzung regional verfügbarer Reststoffe im Sinne eines nachhaltigen Kohlenstoffrecyclings. Darüber hinaus engagiert sich das Unternehmen in der Entwicklung wirtschaftlicher, klimafreundlicher Kraftstoffe wie rMethanol, SAF, rDiesel, rGasoline sowie OME (Oxymethylenether) als emissionsarme Alternative zu fossilem Diesel.

Alle Energieprodukte können im Rahmen des Dual-Use-Konzeptes sowohl im zivilen als auch im militärischen Sektor genutzt werden

Die Referenzliste des Unternehmens umfasst zahlreiche realisierte Blockheizkraftwerke sowie Projekte für öffentliche und industrielle Auftraggeber.

Ansprechpartner:

Ergun Çehreli,
ceo@ksw-bioenergie.de

<https://www.kswbioenergie.de/>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



United Rentals Europe ist der führende Anbieter für Lösungen im Bereich Fluid- Power und Werkzeuge auf dem europäischen Markt. Wir bieten Mietequipment, kundenspezifische Mietlösungen und umfassendes Tools-Management. Unsere Mietprodukte sind mit Fokus auf Sicherheit und Qualität entwickelt worden. 'Plug & Play'-Funktionalitäten ermöglichen einen vielfältigen Einsatz in verschiedensten Anwendungen. Gemeinsam mit unseren Kunden erarbeiten wir Lösungen unter Berücksichtigung von Sicherheit und Service. Daraus ergeben sich einzigartige Vorteile und die besten Mietlösungen für Ihr Projekt.

Besonderes Augenmerk legen wir auf das Geschäftsfeld **Defense**, in dem wir kritisches Equipment, mobile Energieversorgung und leistungsfähige Pumpenlösungen bereitstellen. Unsere Systeme sind für anspruchsvolle Einsätze konzipiert und unterstützen dabei, Versorgungssicherheit und operative Resilienz zugewährleisten.

United Rentals, Inc. wurde 1997 gegründet und ist das größte. Equipment-Vermietungs-Unternehmen der Welt mit einem integrierten Netzwerk von 1.520 Mietstationen in Nordamerika, 38 in Europa, 23 in Australien und 19 in Neuseeland. In Nordamerika ist das Unternehmen in 49 Bundesstaaten und allen kanadischen Provinzen vertreten. Die rund 26.650 Mitarbeiter des Unternehmens betreuen Bau- und Industriekunden, Versorgungsunternehmen, Kommunen, Hausbesitzer und andere. Das Unternehmen bietet ca. 4.800 Geräteklassen mit einem Gesamtwert von 20,59 Milliarden Dollar zur Miete an. United Rentals ist Mitglied des Standard & Poor's 500 Index, des Barron's 400 Index und des Russell 3000 Index® und hat seinen Hauptsitz in Stamford, Connecticut USA.

Ansprechpartner:

Christian Voß
cvoss@ur.com

www.unitedrentals.com/de-de



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



V4Smart GmbH & Co. KG liefert Ultra-High-Power Lithium-Ionen-Rundzellen, entwickelt für die extremen Anforderungen der Automobil-, Luft- und Raumfahrt, und mehr. Als erstes Unternehmen in Deutschland, das Li-Ionen-Rundzellen in voll zertifizierter Automotive-Serienproduktion fertigt, setzt V4Smart neue Maßstäbe für europäische Zelltechnologie.

Die Zellen sind industrialisiert, validiert und in skalierter Serienproduktion verfügbar – mit Automotive-Qualität, lückenloser Traceability und stabilen Prozessen. Sie eignen sich für Anwendungen weit über Automotive hinaus.

Die 21700 Tabless-Rundzellen bieten höchste Leistungsdichte, strukturelle Robustheit und maximale Betriebssicherheit unter dynamischen Lasten, Vibrationen und anspruchsvollen Missionsprofilen. Fertigung nach Automotive-Standards garantiert konsistente Qualität, Sicherheit und europäische Versorgungssouveränität.

Mit einer vollständig integrierten Wertschöpfungskette in Deutschland und Europa – von Design und Zellentwicklung bis zur Serienproduktion – verbindet V4Smart Materialkompetenz mit industrieller Skalierbarkeit und unterstützt OEMs und Systemintegratoren von der Konzeptvalidierung bis zur Serienintegration

V4Smart ist bereit für die Zusammenarbeit in innovativen Anwendungen:

- Best-in-Class Ultrahochleistungszellen und höchste Power-to-Energy-Ratio
- Höchste Fertigungspräzision nach Automotive-Standard
- Skalierbare europäische Lieferresilienz
- Entwicklungspartnerschaften auf Zellebene

Designed, Developed and Made in Germany.

V4Smart treibt die nächste Generation elektrifizierter und missionskritischer Systeme voran.

Ansprechpartner:
contact@v4smart.com

<https://www.v4smart.com/de/>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



We power your mission: VINCORION entwickelt Energie- und Antriebssysteme für Verteidigungs- und Sicherheitsanwendungen weltweit. Unsere Technologien sorgen für zuverlässige Energieversorgung und höchste Präzision in Flugabwehrsystemen, militärischen Fahrzeugen, Flugzeugen und Helikoptern.

Ansprechpartner:

Daniel Zeitler

daniel.zeitler@vincorion.com

<https://vincorion.com>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



Energie, wenn es darauf ankommt – unabhängig, leise, einsatzbereit Moderne Einsätze erfordern mehr als nur Energie: Sie verlangen nach Lösungen, die jederzeit verfügbar sind, logistisch beherrschbar bleiben und im Einsatz keine unnötige Signatur erzeugen. Genau hier setzt die Whitecell Firmengruppe an. Wir entwickeln Energiesysteme, die konsequent auf Unabhängigkeit ausgelegt sind – mit einem klaren Fokus auf Methanol als Energieträger der Zukunft. Warum Methanol?: Weil es lagerfähig, weltweit verfügbar und vergleichsweise einfach zu handhaben ist. Vor allem aber ermöglicht es eine sichere und skalierbare Energieversorgung – ohne die Einschränkungen klassischer Kraftstoffe oder komplexer Wasserstofflogistik. 5 kW Brennstoffzellensystem auf Methanolbasis Unsere Lösung erzeugt Energie dort, wo sie gebraucht wird: leise, emissionsarm und mit minimaler thermischer Signatur. Ideal für mobile Anwendungen und sensible Einsatzszenarien. Methanol dient dabei als effizienter, flüssiger Energieträger – einfach zu transportieren und schnell verfügbar. Flexible Systemintegration statt klassischer Generatoren mit 55 KVA mit Methanol Wir gehen bewusst einen anderen Weg: Statt auf konventionelle Dieselgeneratoren zu setzen, entwickeln wir intelligente Energiesysteme, die auf modernen Brennstoffzellentechnologien basieren und sich flexibel in bestehende Infrastrukturen integrieren lassen.

Ansprechpartner:
Thorsten Hickmann
t.hickmann@eisenhuth.de

<https://eisenhuth.de>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



Die X2E Group ist eine inhabergeführte, mittelständische Unternehmensgruppe mit umfassender Expertise in den Bereichen Automotive, Aerospace & Defence. Wir entwickeln kundenspezifische Lösungen von der ersten Idee bis zur Serienproduktion und vereinen dafür Soft- und Hardwareentwicklung, Elektronik- und Mechanikfertigung sowie umfangreiche Test- und Validierungskompetenz unter einem Dach. Im Fokus stehen innovative und robuste Systemlösungen für anspruchsvolle Anwendungen – beispielsweise im Bereich resiliente Energieversorgung mit H2-Mikrogrid-Containersystemen.

Ansprechpartner:

Andreas Ehrle
andreas.ehrle@x2e.de

<https://x2e-group.de>

Die Fachausstellung



Resiliente Energieversorgung für kritische Infrastruktur und mobile Einsatzfähigkeit

Ein Konsortium aus spezialisierten Technologie- und Systempartnern präsentiert skalierbare Lösungen zur resilienten Energieversorgung militärischer und sicherheitsrelevanter Anwendungen, zivilschutzrelevante und kritische Infrastrukturen. Gerade bei Energie-, Strom-, Öl- oder Gasengpässen sowie in militärischen Konfliktsituationen gewinnen resiliente, dezentrale Versorgungssysteme zunehmend an strategischer Bedeutung. Ziel ist die zuverlässige Sicherstellung der Stromversorgung bei Netzausfällen, Energieengpässen sowie in autarken Einsatzszenarien.

Im Fokus stehen intelligent gekoppelte Hybridsysteme aus:

- Kleinwindenergieanlagen, Photovoltaik, modularen Batteriespeichern energieeffizienter Steuerungs- und Leistungselektronik

Unsere Systeme ermöglichen sowohl netzparallele Betriebsweisen als auch vollständig autarke Inselösungen (stationär wie mobil) für:

- militärische Liegenschaften, mobile Feldlager und Einsatzstützpunkte, Kommunikations-, Führungs- und Überwachungssysteme, Führungs- und Einsatztechnik, kritische Infrastruktur temporäre Einsatzstandorte

Durch die bedarfsgerechte Kombination von Wind- und Solarenergie entsteht eine besonders hohe Versorgungssicherheit — auch bei wechselnden Wetterbedingungen, eingeschränkter Logistik oder kritischer Versorgungslage bei Strom, Öl und Gas und macht unabhängig von verwundbaren Nachschubketten. Batteriespeicher gewährleisten Lastspitzenmanagement, unterbrechungsfreie Versorgung sowie eine deutliche Reduzierung fossiler Backup-Systeme.

Vorteile unserer Systemlösungen

- Hohe Energieverfügbarkeit im 24/7-Betrieb, Reduzierung logistischer Abhängigkeiten, Verringerung von Kraftstoffbedarf und Nachschubrisiken, Modulare, skalierbare Systemarchitekturen, Robuste Technik für anspruchsvolle Einsatzbedingungen

Niedrige Betriebs- und Wartungskosten

Das Konsortium vereint langjährige Expertise in den Bereichen Kleinwindenergie, Systemintegration, Speichertechnologie und hybride Energieversorgungssysteme. Gemeinsam bieten wir bewährte und praxistaugliche Lösungen für eine resiliente und zukunftsfähige Energieinfrastruktur von 5 bis 500 kW.

Energie sichern. Einsatzfähigkeit erhalten. Auftrag erfüllen.

Besuchen Sie uns am Stand F20 und informieren Sie sich über innovative Hybridlösungen für militärische und sicherheitsrelevante Anwendungen.

Ansprechpartner:

Joachim Sroka

sroka@sroka.de

<https://sroka.de>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



Fraunhofer

IEE

Kurzprofil

Das Fraunhofer IEE forscht seit über 35 Jahren unter dem Leitansatz «Smart Energy Systems» an robusten, intelligenten Energiesystemen. Der Fokus liegt auf der sicheren Betriebsführung komplexer Energiesysteme und Kritischer Infrastrukturen – insbesondere auf Funktionsfähigkeit unter Krisen-, Stör- und Ausfallszenarien.

Kernkompetenzen mit Verteidigungsrelevanz

Resiliente Netze & Inselbetrieb: Microgrid-Lösungen und netzbildende Stromrichter ermöglichen autonome Energieversorgung unabhängig vom öffentlichen Netz– für Liegenschaften, Feldlager oder mobile Gefechtsstände.

Hybride Netzersatzanlagen: Kombination aus Diesel, Batteriespeicher und Erneuerbaren für verlängerte Durchhaltefähigkeit und reduzierten Logistikbedarf.

Digitale Lagebilder & KI: Echtzeitüberwachung, Prognose und automatisierte Entscheidungsunterstützung für den Energiebetrieb.

Netzwiederaufbau: Black-Start-Fähigkeit und kontrollierter Weiterbetrieb nach Störung oder Angriff.

Wasserstoff & Sektorenkopplung: Langzeitspeicher, Power-to-X und alternative Kraftstoffinfrastruktur.

Relevanz für die Bundeswehr

Die Kompetenzen adressieren unmittelbar zentrale Bedarfe: Energieversorgung im Einsatz, Schutz kritischer Infrastruktur, Autarkie und Durchhaltefähigkeit sowie schnelle Wiederherstellung nach Ausfällen. Das Institut ist anschlussfähig an Vorhaben wie Energieresilienz Liegenschaften, Smart Camp und nachhaltige Autarkie.

Leitthemen

Resilienz – Stabilität und Flexibilität unter Extrembedingungen

Sektorenkopplung – Wasserstoff, Wärmenetze, E-Mobilität

Digitalisierung – KI-gestützte Prozesse für Betrieb und Führung

Alleinstellungsmerkmale

Teil der Fraunhofer-Gesellschaft – Europas größte Organisation für angewandte Forschung und bewährter Partner der Bundesregierung. Über 35 Jahre Erfahrung, eigene Labore und Testeinrichtungen, internationale Vernetzung sowie Erfahrung im Umgang mit Verschlussachen.

Ansprechpartner:

Michael Beil

michael.beil@iee.fraunhofer.de

www.iee.fraunhofer.de



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



SPIE Germany Switzerland Austria - vertreten durch den Geschäftsbereich CityNetworks & Grids

Wir bieten umfassende Dienstleistungen für Infrastrukturen und Systeme, die der Verteilung und Anwendung von Energie, Wärme, Licht, Wasser und Daten dienen. Von der Planung über den Bau, Betrieb und die Instandhaltung bis zum Rückbau decken wir alle Phasen der Wertschöpfungskette ab und sorgen so für eine sichere, effiziente Versorgung und die Realisierung der Energiewende. Mit knapp 5.400 Mitarbeitenden gestalten wir die nachhaltige Infrastruktur der Zukunft!

SPIE Germany Switzerland Austria
Geschäftsbereich CityNetworks & Grids

Ansprechpartner:
Mathias Eik
mathias.eik@spie.com

<https://spie.de>

Die Fachausstellung



LINDNER & FISCHER

Lindner & Fischer Fahrzeugbau GmbH zählt international zu den führenden Herstellern logistischer Aufbaulösungen und mobiler Versorgungssysteme. Seit 1988 entwickelt und fertigt das Unternehmen innovative Tank-, Koffer-, Wechsel- und Sonderaufbauten sowie containerisierte Lösungen für militärische, humanitäre und zivile Einsatzkräfte weltweit.

Ein besonderer Fokus liegt auf mobilen Betankungs-, Transport- und Versorgungssystemen für Verteidigung, Sicherheit sowie Zivil- und Katastrophenschutz. Mit über 35 Jahren Erfahrung im spezialisierten Fahrzeugbau steht Lindner & Fischer für hochrobuste, individuell konfigurierbare Lösungen, die auch unter extremen klimatischen, topographischen und taktischen Bedingungen maximale Einsatzfähigkeit gewährleisten.

Die Systeme bewähren sich weltweit im On- und Offroad-Einsatz und erfüllen höchste Anforderungen an Zuverlässigkeit, operative Verfügbarkeit und taktische Mobilität. Intelligente Steuerungs- und Bedienkonzepte, professionelle Systemintegration sowie konsequent einsatzorientierte Entwicklung sichern resiliente logistische Versorgungsketten und eine zuverlässige Energie- und Kraftstoffversorgung im Einsatz.

Als kompetenter Partner führender Nutzfahrzeughersteller liefert Lindner & Fischer maßgeschneiderte Fahrzeuglösungen in über 70 Länder weltweit. Ein internationales Netzwerk aus Vertragswerkstätten und Servicepartnern gewährleistet schnelle Ersatzteilversorgung, zuverlässigen Kundendienst und hohe Einsatzbereitschaft über den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge hinweg.

Produktportfolio und Leistungen:

- Kraftstoff- und Wassertanksysteme
- Saug-Druck-Tankaufbauten
- Mobile Betankungs- und Versorgungssysteme
- Service- und Wartungsfahrzeuge
- Koffer- und Pritschenaufbauten
- Mannschafts- und Materialtransportlösungen
- Wechsel- und Containersysteme
- Transportanhänger und Tanksattelaufleger
- Missionsspezifische Sonderfahrzeuge und Systemintegration

Ansprechpartner:

Stefan Lindner

s.lindner@lindner-fischer.com

<https://lindner-fischer.com/de>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung

superwind

Die superwind GmbH aus Brühl fertigt seit 2004 High-End-Kleinwindkraftanlagen für autarke Energieversorgung unter extremen Bedingungen. Die Anlagen zeichnen sich durch ein passives Pitch-System aus, das sie vollautonom und sturmsicher macht. Die für maximale Langlebigkeit im „Military Grade“-Standard gefertigten Systeme sind salzwasserbeständig, teilweise NATO-katalogisiert und weltweit für maritime, industrielle sowie Forschungsanwendungen im Einsatz

Ansprechpartner:
Martin Helmhart
mh@superwind.com

www.superwind.de



TOPENERGY®

Die Fachausstellung

Energieversorgung auch im Krisenfall sichern

Mit TOP-Energy resiliente Bundeswehrliegenschaften planen

Was passiert mit einer Kaserne, einem Führungsstandort oder einem Rechenzentrum der Bundeswehr bei einem längeren Stromausfall? Welche Kombination aus Photovoltaik, Batteriespeicher, Wasserstoff oder Wärmepumpe erhöht die Versorgungssicherheit wirklich – und wie groß müssen diese Systeme ausgelegt werden?

Mit TOP-Energy lassen sich genau diese Fragen beantworten. Die Software erstellt digitale Zwillinge komplexer Energiesysteme und simuliert deren Verhalten im Normalbetrieb ebenso wie in Krisenszenarien. Strom-, Wärme-, Kälte- und Wasserstoffsysteme werden dabei gemeinsam betrachtet, inklusive Speichern, Lastmanagement und Notstromversorgung.

Demonstrationsprojekt: Mercator-Kaserne Euskirchen

In einem Demonstrationsprojekt wurde die Energieversorgung der Mercator-Kaserne in Euskirchen untersucht – Standort des Zentrums für Geoinformationswesen der Bundeswehr mit sicherheitskritischen Server- und IT-Strukturen. Ziel war die Frage, wie erneuerbare Energien und Speicher die Energieautarkie des Standorts erhöhen können.

Mit TOP-Energy wurden drei Varianten simuliert:

- Bestandssystem ohne erneuerbare Energien
- Integration von Photovoltaik, Sole-Wasser-Wärmepumpe und Batteriespeicher
- Erweiterung um Wasserstoffproduktion und Langzeitspeicherung

Die Ergebnisse zeigen: Durch den gezielten Einsatz erneuerbarer Energien und Speicher kann der Einsatz von Dieselgeneratoren deutlich reduziert und der Autarkiegrad kritischer Liegenschaften massiv erhöht werden. Selbst längere Ausfälle der öffentlichen Infrastruktur lassen sich realitätsnah bewerten und strategisch vorbereiten.

Strategische Entscheidungsgrundlagen schaffen

TOP-Energy unterstützt nicht nur bei der technischen Planung, sondern liefert auch fundierte Entscheidungsgrundlagen für Investitionen und Infrastrukturstrategien. Sensitivitätsanalysen, Variantenvergleiche und Szenarien Rechnungen helfen dabei, zukünftige Anforderungen frühzeitig zu bewerten und resiliente Versorgungskonzepte gezielt auszulegen.

Damit wird TOP-Energy zu einem leistungsfähigen Werkzeug für die energie- und sicherheitstechnischen Herausforderungen moderner Bundeswehrstandorte.

TOP-Energy live erleben.

Erleben Sie live, wie TOP-Energy Krisenszenarien simuliert, Versorgungssicherheit bewertet und resiliente Energiesysteme für militärische Liegenschaften entwickelt. Gern zeigen wir Ihnen konkrete Modelle, Optimierungsergebnisse und eine Live-Demonstration der Software.

Über TOP-Energy

TOP-Energy ist eine Software zur Modellierung, Optimierung und Analyse komplexer Energiesysteme. Seit über 20 Jahren wird die Software von der Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V. (GFaI) in Berlin entwickelt. Mit integrierten Optimierern und leistungsfähigen Szenarioanalysen unterstützt TOP-Energy Unternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentliche Betreiber bei der Entwicklung resilienterer und zukunftssicherer Energiesysteme.

Ansprechpartner:

Dr. Stefan Kirschbaum, info@top-energy.de

<https://x2e-group.de>

<https://www.top-energy.de>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung

NEW ENERDAY

Die im Jahr 2010 in Neubrandenburg gegründete new enerday GmbH ist ein innovatives Unternehmen, das sich auf die Entwicklung energieeffizienter Stromgeneratoren für netzferne Anwendungen spezialisiert hat. Diese basieren auf der Hochtemperaturbrennstoffzelle SOFC. Das Unternehmen betreibt zwei Standorte in Neubrandenburg: Verwaltung, Entwicklung und Service befinden sich in der Lindenstraße 45, während die Fertigung in der Lindenstraße 51 angesiedelt ist. Mit einem Exportanteil von über 90 Prozent hat new enerday ein weltweites Netzwerk von Marktpartnerschaften aufgebaut. Das Unternehmen ist Mitglied im Industrietzwerk Neubrandenburg und arbeitet eng mit regionalen Entwicklungspartnern und Zulieferern zusammen, um regionale Wertschöpfungsketten zu stärken. Seit 2023 ist new enerday nach ISO 9001:2015 zertifiziert und verfolgt das strategische Ziel, Weltmarktführer für kleine, kompakte Brennstoffzellensysteme zu werden. Ein besonderes Merkmal von new enerday ist die flache Hierarchie, die kurze Entscheidungswege und große Eigenverantwortung der Mitarbeitenden fördert. Bereichs- und fachgebietsübergreifende Zusammenarbeit wird im Team großgeschrieben und geschätzt. Seit 2022 bildet das Unternehmen auch im Bereich Mechatronik aus.

Dr. Matthias Boltze: Gründer und geschäftsführender Gesellschafter Der Gründer und Geschäftsführer von new enerday ist in zahlreichen Ausschüssen der Industrie Neubrandenburg und des DIHK sowie im Sprecherkreis des Industrietzwerks Neubrandenburg aktiv. Darüber hinaus ist er in verschiedenen projektbegleitenden Ausschüssen bundesweiter Förderprogramme tätig und sitzt im Aufsichtsrat der Campfire AG, die sich auf die Nutzung von grünem Ammoniak für maritime und andere Anwendungen konzentriert. Etwa 40 Prozent des jährlichen Umsatzes investiert new enerday in Forschung und Entwicklung. Die Mission des Unternehmens ist Ressourcenschonung, CO₂-Reduzierung und Energieeffizienz. Es verfolgt deshalb eine klare Strategie zur Umstellung von fossilen auf regenerative und kohlenstofffreie Kraftstoffe, darunter Ammoniak als Wasserstoffträger und treibt weltweit den Einsatz von Brennstoffzellen in netzfernen Bereichen voran. Das Unternehmen wurde mehrfach für seine innovativen Lösungen ausgezeichnet, darunter der F-Cell Award 2012, der Ludwig-Bölkow Preis 2015, der Network Sustainability Award 2021 von der Deutschen Telekom, die Auszeichnung der Europäischen Kommission's Innovation Radar 2022 und das Efficient Solution Label der Solar Impulse Foundation.

new enerday strebt die weltweite Technologieführerschaft bei kleinen, kompakten Brennstoffzellensystemen an – mit einer hohen Wertschöpfungstiefe im Unternehmen und starken regionalen Wertschöpfungsketten in Mecklenburg-Vorpommern.

Ansprechpartner:
Matthias Boltze
mboltze@new-enerday.com

[New-enerday.com](https://www.new-enerday.com)



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung

VDE

Über das VDE Institut

Seit über 100 Jahren gilt das VDE Zeichen als Synonym für Sicherheit und Qualität von elektrotechnischen Geräten, Komponenten und Systemen. Das VDE Institut, eine Tochter der VDE Gruppe, ist weltweiter Partner für Industriekunden, den Handel, Behörden, das Elektrohandwerk und Verbraucher. Mehr als 100.000 Geräte pro Jahr unterziehen die unabhängigen Prüfspezialisten des VDE Instituts Produkt-, Qualitäts- und Sicherheitstests, bevor sie das VDE Zeichen erhalten. Rund um den Globus überwachen die VDE Experten mehr als 7.000 Fertigungsstätten. Kooperationsvereinbarungen mit über 50 Ländern sorgen dafür, dass die vom VDE Institut durchgeführten Prüfungen international anerkannt sind. Weltweit tragen 200.000 Produkttypen mit einer Million Modellvarianten das VDE Zeichen. Die gemeinnützige VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH beschäftigt in Offenbach am Main mehr als 500 Mitarbeiter*innen.

Über die VDE SIS GmbH

Die VDE SIS GmbH ist ein spezialisiertes, neutrales und evidenzbasiertes Beratungs- und Bewertungsunternehmen innerhalb der VDE-Gruppe, das unabhängige und vertrauenswürdige Entscheidungshilfen für komplexe Technologien und Märkte bietet. Wir unterstützen Hersteller, Projektentwickler, Investoren und Betreiber dabei, technische, regulatorische und betriebliche Risiken über den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Infrastrukturen hinweg zu bewältigen. Unsere Dienstleistungen konzentrieren sich auf die Pre-Compliance, Readiness und Risikotransparenz, um fundierte Entscheidungen zu ermöglichen, bevor Tests, Zertifizierungen oder groß angelegte Investitionen stattfinden.

Zu unseren Kernbereichen gehören unter anderem:

- Energiespeicher und Stromversorgungssysteme
- digitale Produktpässe und Daten-Governance
- Markteintritt, Bankfähigkeit, unabhängige technische Risikobewertung und betriebliche Leistungsfähigkeit von Systemen

Als Teil der VDE Gruppe verbinden wir fundiertes technisches Fachwissen mit institutioneller Unabhängigkeit, starker Governance und einem langjährigen Ruf für Vertrauenswürdigkeit. Unsere Mission ist es, komplexe technische Herausforderungen in klare, strukturierte und fundierte Entscheidungshilfen umzuwandeln, um einen sicheren, konformen und nachhaltigen Technologieeinsatz zu ermöglichen.

<https://www.vde.com/de>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



energyRACK ist ein Geschäftsbereich der ROM Technik GmbH. Basierend auf Erfahrungen und Entwicklungen als Deutschlands größter Anlagenbauer, setzen wir ein Konzept um, mit dem Erstellung und Betrieb von Energiezentralen den Bedürfnissen von Betreibern großer Liegenschaften gerecht werden. Heute und in der Zukunft.

energyRACK steht für ein modulares und skalierbares Baukastensystem zur Konfiguration und Vorfertigung von Energiezentralen mit Fokus auf CO₂-neutraler Erzeugung.

Namensgebend, die Racks – universelle Baugruppen zum Anschluss unterschiedlicher Erzeuger und Speicher von Wärme, Kälte und Strom. Diese Funktionseinheiten können einzeln verwendet, oder mit Hydraulikmodulen zu größeren Zentralen kombiniert werden. Umsetzbar in mitgelieferten Raummodulen, oder als reine Technik Baugruppen für Bestandsgebäude, oder vorgegebene Räumlichkeiten.

Bauzeit, Kosten und Personaleinsatz werden optimiert.

Definierte Schnittstellen für Hydraulik und Elektrik gewähren neuartige Flexibilität.

Selbst nach Projektabschluss können Zentralen ergänzt, oder umgebaut, sowie Funktionseinheiten und Baugruppen an anderer Stelle weiterverwendet werden.

energyRACK als Plattform dient der Einbindung weiterer Leistungen entlang des Lifecycles einer Energiezentrale.

Bruchfreie Weiterverwendung von Daten und KI-Einsatz ermöglichen Konfiguration, optimieren den Betrieb und setzen Standards für die Integration externer Dienste.

Schnell, hochdigital und zukunftssicher.

Ansprechpartner:

Gregor Feig,

gfeig@rom-technik.de

<https://www.energy-rack.com>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Die Fachausstellung



ROM-CONTRACTING GMBH als Tochterunternehmen der ROM Technik GmbH liefert modulare, flexible, langlebige und zuverlässige Lösungen für die Energieversorgung der Bundeswehr. Unsere Kompetenz in Planung, Ausführung und Betrieb von gebäudetechnischen Anlagen im militärischen Sicherheitsbereich sorgt in Verbindung mit unseren standardisierten technischen Lösungen für eine zuverlässige Energieversorgung von Gebäuden, Gebäudekomplexen und Standorten. Resiliente Energie vom deutschen Marktführer, welche sich durch Qualität und Zuverlässigkeit bewährt hat.

Unsere Leistungspakete ermöglichen nicht nur die Einsparung hoher Investitions- oder laufender Betriebskosten, sondern gewährleisten auch eine schnelle, effiziente und CO2-neutrale Medienver- und entsorgung.

Als erfahrener Partner übernehmen wir die Energie- und Medienversorgung mit Strom, Wärme, Kälte, Wasser und Abwasser für den temporären Bedarf und für dauerhafte Standortlösungen. Durch unsere deutschlandweite Präsenz sichern wir mit unseren qualifizierten und zuverlässigen Mitarbeitern den ununterbrochenen Betrieb der Anlagen.

Ansprechpartner:
Mirko Dippert,
mdippert@rom-contracting.de

<https://rom-contracting.de>



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Energie als kritischer Wirkfaktor in der Luftverteidigung?

Daniel Zeitler, VINCORION

Eine jederzeit verfügbare und stabile Energieversorgung ist ein entscheidender Wirkfaktor für moderne Luftverteidigung. Sensoren, Effektoren und Führungsanteile hochkomplexer Luftabwehrsysteme sind unmittelbar von einer unterbrechungsfreien Stromversorgung abhängig – bereits kurze Energieausfälle können die Reaktionsfähigkeit und damit den Schutz eigener Kräfte und Infrastruktur beeinträchtigen. Vor dem Hintergrund der aktuellen sicherheitspolitischen Lage und der stark gestiegenen Bedeutung bodengebundener Luftverteidigung rückt insbesondere das Luftabwehrsystem PATRIOT als strategische Schlüsselressource in den Fokus.

Vor diesem Hintergrund ist eine umfassende Modernisierung der über Jahrzehnte bewährten aber nicht mehr zukunftsfähigen Energieversorgung notwendig. Der Vortrag beleuchtet die besonderen Anforderungen für missionskritische Komponenten wie Radar, Feuerleitstand und Startgeräte. Technisch im Mittelpunkt stehen hochverfügbare Erzeuger- und Speicherarchitekturen, intelligente Lastverteilung, Redundanzkonzepte sowie nahtlose Umschaltmechanismen im Fehler- oder Bedrohungsfall. Durch die Kombination moderner Dieselsechnologie mit Energiespeichern und optionalem Netzanschluss lassen sich dynamische Lastprofile effizient abdecken, Betriebsrisiken reduzieren und die Durchhaltefähigkeit im Einsatz signifikant erhöhen.

Abschließend werden Aspekte der Betriebsführung und Einsatzrealität adressiert: integriertes Energiemanagement, fortschrittliche Mensch-Maschine-Schnittstellen und zustandsbasierte Diagnostik erhöhen Transparenz und Reaktionsgeschwindigkeit für das Bedienpersonal. Neben der Maximierung der Systemverfügbarkeit ermöglichen diese Ansätze eine Reduktion von Kraftstoffverbrauch, Logistikaufwand und Emissionssignatur – ein technischer Mehrwert, der unmittelbar zur Resilienz und Einsatzfähigkeit moderner Luftverteidigungssysteme beiträgt.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Hybridisierung von Militärfahrzeugen – Taktische Vorteile durch innovative elektrische Antriebstechnologien

Jonas Horstmann, ABB

Die kontinuierliche Weiterentwicklung elektrischer Antriebstechnologien eröffnet neue Perspektiven für die Verteidigungsbranche. Während elektrifizierte und hybridisierte Fahrzeuge in der zivilen Industrie zunehmend etabliert sind, erweisen sich diese Technologien auch für militärische Einsatzszenarien als strategisch bedeutsam. Dieser Vortrag demonstriert, wie innovative Lösungen aus dem zivilen Heavy-Duty-Offroad-Segment bereits als „Commercial-off-the-Shelf“-Produkte verfügbar sind und wie sie militärische Fahrzeuge gleichzeitig kleiner, leichter, leiser und effizienter machen.

Neben Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz entstehen durch Hybridisierung insbesondere taktische Wettbewerbsvorteile: Geräuscharmheit ermöglicht Schleichfahrten und Silent Watch mit erheblichen operativen Vorteilen, während verbesserte Beschleunigung und höheres Drehmoment die Flexibilität und Agilität von Fahrzeugen erhöhen. Zudem können elektrifizierte Fahrzeuge durch netzbildende Umrichter dezentrale Energieversorgung bereitstellen und tragen so zur Autonomie bei Einsätzen in abgelegenen Regionen bei.

Der Vortrag beschreibt systematisch verschiedene Elektrifizierungs- und Hybridisierungskonzepte – parallel-hybrid, seriell-hybrid und vollständig elektrisch – und stellt innovative Technologien vor, die speziell in anspruchsvollen militärischen Umgebungen praktische Mehrwerte bieten. Moderne Halbleitertechnologien wie Siliciumkarbid und Gallium-Nitrid ermöglichen eine signifikante Miniaturisierung der Leistungselektronik. Speziell entwickelte 3-Level-Umrichter reduzieren harmonische Motorverluste um 75 Prozent gegenüber konventionellen 2-Level-Systemen und führen zu höherer Effizienz, erhöhter Leistungsfähigkeit durch verringerte Erwärmung und weiteren damit verbundenen Vorteilen. Hochleistungsbatterien ermöglichen höchste Performance in anspruchsvollen Anwendungen: hohe Leistungsdichte, extreme Schnellladefähigkeit und lange Lebenszyklen ermöglichen Lastanforderungen mit geringerer verbauter Batteriemenge zu erfüllen. Gleichzeitig führen eine sichere Zellchemie, zertifizierte Batteriemanagementsysteme und hohe Temperaturtoleranz dazu, dass Batterien auch unter harschen Bedingungen einsatzfähig bleiben.

Ein zentraler Aspekt des Vortrags ist dabei die enge Verbindung zwischen ziviler und militärischer Technologieentwicklung. Viele der vorgestellten Lösungen wurden ursprünglich für Anwendungen in Bergbau, Schienenverkehr oder der Baumaschinenindustrie entwickelt und haben dort ihre Robustheit und Zuverlässigkeit bereits unter Beweis gestellt. Diese technologische Reife senkt nicht nur Entwicklungsrisiken, sondern auch Kosten und Einführungszeiträume für militärische Beschaffungsprogramme erheblich. Die Übertragbarkeit bewährter ziviler Plattformen auf militärische Anforderungen stellt somit einen pragmatischen und gleichzeitig zukunftsweisenden Ansatz dar.

Die Ergebnisse zeigen, dass elektrifizierte und hybridisierte Militärfahrzeuge nicht nur theoretische Konzepte darstellen, sondern bereits realisierbar sind. Durch die Kombination innovativer Zivilkomponenten mit bestehenden militärischen Lösungen entstehen Fahrzeuge mit deutlich reduziertem Gewicht, kleinerem Bauraum und verbesserter Gesamteffizienz – direkt führend zu operativen Vorteilen, ohne dabei Sicherheit oder Zuverlässigkeit zu kompromittieren. Der Vortrag richtet sich an Fachpublikum aus Industrie, Streitkräften und Beschaffungsbehörden und leistet damit einen praxisnahen Beitrag zur aktuellen Diskussion über die Modernisierung und Zukunftsfähigkeit militärischer Fahrzeugflotten.

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Dezentrale Energieversorgung mit brennstoffflexiblen Mikrogasturbinen

Martina Hohloch, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Die sichere Energieversorgung kritischer Infrastrukturen gewinnt insbesondere im Krisenfall zunehmend an Bedeutung. Kernanforderungen sind hierbei die Zuverlässigkeit, die Robustheit und die Flexibilität, sowie eine hohe Leistungsdichte. Mikrogasturbinen stellen in diesem Kontext eine vielversprechende Ergänzung zu etablierten Motor-BHKW-Systemen dar und eröffnen neue Möglichkeiten für eine unabhängige, robuste und flexible Strom- und Wärmebereitstellung – sowohl stationär als auch mobil. Darüber hinaus bieten Mikrogasturbinen eine gute Integrierbarkeit mit anderen erneuerbaren Energien wie Photovoltaik und Energiespeichern. Als Mikrogasturbinen werden Gasturbinen mit einer elektrischen Leistung von bis zu 500 kW bezeichnet, die typischerweise über einen Rekuperator zur Wärmerückgewinnung aus dem Abgas verfügen. Im Bereich der Sicherheit werden Gasturbinen derzeit vor allem in den klassischen Fluganwendungen genutzt. Einen außergewöhnlichen Einsatz findet sie als Antrieb im M1 Abrams Panzer. Vereinzelt sind auch mikrogasturbinenbasierte Notstromaggregate zu finden. Ein wesentlicher Vorteil von Mikrogasturbinen liegt in ihrem einfachen mechanischen Aufbau. Der vollständige Verzicht auf zyklisch bewegte Komponenten ermöglicht lange Standzeiten, hohe Betriebssicherheit sowie geringe Wartungs- und Instandhaltungskosten. Gleichzeitig zeichnen sich die Systeme durch einen leisen, vibrationsarmen Betrieb und eine hohe Leistungsdichte aus, was sie besonders attraktiv für sensible Einsatzorte und mobile Anwendungen macht. Eine weitere Schlüsseleigenschaft von Mikrogasturbinen ist die hohe Brennstoffflexibilität einschließlich verschiedener Qualitäten und Verunreinigung. Ein zentraler Fokus aktueller Forschungsarbeiten liegt auf der Weiterentwicklung hochflexibler Brennersysteme, einen äußerst sauberen Betrieb ohne aufwendige Abgasnachbehandlung und eine außergewöhnliche Brennstoffflexibilität sowohl für gasförmige als auch für flüssige Brennstoffe bieten. Damit reicht das nutzbare Brennstoffspektrum von Wasserstoff, Erdgas und Biogas über alternative Energieträger wie Methanol oder HVO, bis hin zu klassischen Kraftstoffen wie Diesel, Heizöl oder Kerosin. Gerade im Krisenfall, wenn Verfügbarkeiten unsicher sind, entsteht so ein hohes Maß an Resilienz. Derzeit am Markt verfügbar sind stationäre Systeme mit einer elektrischen Leistung von 10 kW bis hin zu 400 kW, sowie gekoppelte Systeme mit Gesamtleistungen von 1 MW und größer. Klassische Anwendungsbereiche von Mikrogasturbinen liegen im industriellen Bereich beispielsweise in Trocknungsprozessen und in der Dampferzeugung, im Gebäudebereich, im Bereich der zuverlässigen Stromversorgung für Rechenzentren oder als Insellösungen sowie im Bereich der Restgasverwertung. Das DLR Institut für Verbrennungstechnik forscht seit Jahren auf dem Thema der Mikrogasturbinen. Schwerpunkte bilden hier die Brennstoffflexibilität sowie die Untersuchung innovativer Hybridkonzepte sowohl im numerischen als auch im experimentellen Bereich. Dabei entwickelt das Institut auch angepasste Kraftwerkssysteme für unterschiedliche Anwendungsszenarien. Im Projekt Retrofit H2 wurde dazu ein mikrogasturbinenbasiertes KWK-System mit 100 kW elektrischer Leistung entwickelt und erprobt, das sowohl mit Erdgas, als auch mit reinem Wasserstoff oder beliebigen Mischungen betrieben werden kann, ohne dass Anpassungen notwendig sind. Die entwickelte Technologie ist dabei auch auf größere Systeme skalierbar. In einem weiteren Projekt wurde ein kompaktes Genset mit einer elektrischen Leistung von ca. 300 kW für eine Anwendung im hybrid-elektrischen Fliegen aufgebaut. Basis dafür ist das Hubschraubertriebwerk Rolls Royce M250. Der Schwerpunkt der Entwicklung lag hier auf einer hohen gravimetrischen Leistungsdichte (2,6 kW/kg erreicht) und einer hohen Lastflexibilität. Weiterhin steht im Projekt das Zusammenspiel der Gasturbine mit einem Batteriespeicher im Fokus. Die Gasturbine kann unterschiedliche flüssige Treibstoffe nutzen, aber auch die Nutzung gasförmiger Treibstoffe wäre durch eine angepasste Brennkammer möglich. Neben der Anwendung im hybrid-elektrischen Fliegen könnte ein ähnliches Genset auch zur mobilen Stromversorgung eingesetzt werden. Mikrogasturbinensysteme bieten hiermit einen Beitrag zu einer flexiblen und robusten Energieversorgung von morgen.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Resiliente und dezentrale Energieversorgung durch eine flexibel einsetzbare Antriebslösung

Lara Polster, Motorenfabrik Hatz

Die Gewährleistung einer jederzeit verfügbaren, resilienten Energieversorgung ist eine zentrale Voraussetzung für die Einsatz- und Durchhaltefähigkeit moderner Streitkräfte. Insbesondere vor dem Hintergrund potenzieller Ausfälle externer Energieinfrastrukturen gewinnt die Fähigkeit zur autarken, dezentralen und gleichzeitig integrierbaren Energieerzeugung zunehmend an strategischer Bedeutung. Gleichzeitig rückt die Nutzung technologischer Synergien zwischen zivilen und militärischen Anwendungen im Sinne eines Multi-Use-Ansatzes stärker in den Fokus zukünftiger Versorgungskonzepte. Der Beitrag adressiert diese Anforderungen, indem er kompakte Stromerzeugungssysteme als Baustein zukünftiger militärischer Energiearchitekturen untersucht. Im Mittelpunkt steht eine Lösung, die einen Einzylinder-Dieselmotor mit einem Flywheel-integrated Permanent Magnet Generator (fiPMG) kombiniert und damit eine hochintegrierte, robuste und flexibel einsetzbare Einheit zur Energieerzeugung bereitstellt. Die besondere Stärke dieser Technologie liegt in der Verbindung aus hoher Leistungsdichte, kompakter Bauweise, Multi Fuel-Fähigkeit sowie digitaler Vernetzbarkeit. Der Vortrag verfolgt einen anwendungsorientierten Ansatz und überträgt Erkenntnisse aus etablierten zivilen Einsatzfeldern auf militärische Kontexte. Die Technologie wurde erfolgreich in autonomen Anwendungen wie Licht- und Signalmasten eingesetzt, bei denen ein unbemannter und zuverlässiger Betrieb unter variierenden Umweltbedingungen sichergestellt werden musste. Diese Praxiserfahrungen belegen insbesondere die hohe Robustheit, Wartungsarmut sowie die Fähigkeit zum stabilen Dauerbetrieb und verdeutlichen zugleich das Potenzial eines Multi-Use-Ansatzes, bei dem bewährte zivile Technologien gezielt für sicherheitsrelevante Anwendungen adaptiert werden. Zentrale Argumentationslinie ist, dass die Zukunft militärischer Energieversorgung nicht in isolierten Einzellösungen liegt, sondern in der intelligenten Vernetzung modularer Systeme zu skalierbaren Gesamtsystemen. Durch integrierte Steuerungs- und Kommunikationslösungen lassen sich die betrachteten Stromerzeuger in Mikrogrid Strukturen einbinden und ermöglichen so flexible, redundante und adaptive Energieversorgungsarchitekturen – sowohl für stationäre Liegenschaften als auch für mobile Einsatzszenarien. Ein wesentlicher Mehrwert ergibt sich aus der Kombination mehrerer Eigenschaften: Die Multi-Fuel-Fähigkeit erhöht die logistische Resilienz und reduziert Abhängigkeiten in der Kraftstoffversorgung. Die kompakte Bauweise ermöglicht den Einsatz in hochmobilen Anwendungen mit begrenztem Bauraum. Gleichzeitig erlaubt die digitale Vernetzung die Integration in bestehende Führungs- und Energiemanagementsysteme sowie die Einbindung in übergeordnete Flotten- und Infrastrukturkonzepte. Im Sinne des Multi-Use-Ansatzes entsteht dadurch eine technologieoffene Lösung, die sowohl in zivilen als auch militärischen Einsatzumgebungen Mehrwert generieren kann. Der Beitrag zeigt auf, wie solche Systeme einen konkreten Beitrag zur Erhöhung von Autarkie, Resilienz und operativer Flexibilität leisten können und ordnet sie in den aktuellen Diskurs zur Weiterentwicklung militärischer Energieversorgung ein. Ziel ist es, praxisnahe Impulse für die Gestaltung robuster und integrierter Energiearchitekturen zu geben und die Rolle dezentraler, vernetzter Stromerzeugung als zentralen Baustein zukünftiger Versorgungskonzepte zu verdeutlichen. Das Publikum erhält damit einen praxisnahen Einblick in die Potenziale moderner, modularer Energieversorgungslösungen und deren Beitrag zur Erhöhung von Versorgungssicherheit, Anpassungsfähigkeit und Einsatzfähigkeit in komplexen Szenarien.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Peak-Power from Powertrain - Antriebssystem als Energiequelle für Laser-Effektoren

Esra Karaman, Renk Group

Ein großer Trend bei militärischen Plattformen ist die Elektrifizierung des Antriebsstrangs und der vermehrte Einsatz von Hochenergie-Verbrauchern, wie Laser-Effektoren und Jammer zur Abwehr von Drohnen. Dabei stellt der Bedarf von kurzzeitigen Spitzenleistungen das klassische Energieversorgungsnetz vor Herausforderungen. Ein bislang üblicher Lösungsansatz ist die Erweiterung des Bordnetzes um einen Energiespeicher und zusätzliche Leistungselektronik, welche die kurzzeitigen Spitzenleistungen liefern.

Dieser Vortrag stellt ein Konzept vor, bei dem die Massenträgheit des Antriebsstrangs und des Gesamtsystems als Energiespeicher genutzt wird. Das Konzept nutzt die E-Maschine und Leistungselektronik des elektrifizierten Antriebsstrangs; es sind keine zusätzliche Leistungselektronik und kein zusätzlicher Energiespeicher erforderlich.

Die E-Maschine und Leistungselektronik des Antriebsstrangs wandeln für die Spitzenleistungsversorgung die Rotationsenergie der Massenträgheit des Antriebstrangs in elektrische Energie um. Für die Bereitstellung der Spitzenleistung wird die Leistungselektronik der E-Maschine aus dem Bordnetz herausgetrennt und bildet ein Inselnetz. Dadurch ist das Bordnetz galvanisch vom Inselnetz getrennt und das Bordnetz wird vor Netzurückwirkungen des Leistungspulses geschützt. Des Weiteren lässt sich über die Leistungselektronik die Spannung und die Frequenz des Inselnetzes einstellen, was eine hohe Flexibilität für die Versorgung der Hochenergie-Verbraucher ermöglicht.

Da keine zusätzlichen Trafos, Energiespeicher oder Leistungselektronik benötigt werden, entfallen die üblichen Zielkonflikte bezüglich des Bauraums, Gewichts und der Kosten. Dies maximiert das Potenzial mobiler Plattformen für moderne Verteidigungsanwendungen. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Konzept Synergien zwischen der Elektrifizierung von Antriebssträngen und Hochenergie-Verbrauchern nutzt und dies hebt zugleich das Potential der Elektrifizierung.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Der Freikolbenlineargenerator als universelle Energieversorgung der Streitkräfte

Markus Rausch und *Prof. Dr. Manfred Gröger*, SWEngin

Der Freikolben-Lineargenerator (FKLG) ist eine Fusion eines Hubkolbenmotors mit einem elektrischen Lineargenerator, der überall dort eingesetzt werden kann, wo elektrischer Strom benötigt wird. Die Bandbreite reicht dabei von hybriden Antriebssystemen bis hin zur stationären Energieversorgung. Im Vergleich zu heute üblichen Motoren wird dabei die bisher übliche, starre Zwangsführung durch eine Pleuellwelle von einer anpassungsfähigen Softwaresteuerung abgelöst und so ohne Umweg chemische Energie direkt in elektrische Energie gewandelt. Daraus resultiert ein variabler Hubraum und somit eine variable Verdichtung. Dadurch ist der FKLG in der Lage, **alle** unterschiedlichen gasförmigen und flüssigen Kraftstoffe und Kraftstoffgemische ohne konstruktive Änderung im optimalen Wirkungsgrad zu verarbeiten, und das Kraftstoffgemisch sogar im laufenden Betrieb zu ändern (Flex-Fuel-Fähigkeit). Der Entfall der Pleuellwelle und vieler anderer Bauteile eines konventionellen Motors (z.B. Pleuellwelle, Ventile) führt dazu, dass zum Bau nur sehr wenige Teile notwendig sind und der Motor sehr robust und leicht zu produzieren ist. Infolge des HCCI-Brennverfahrens entstehen im Betrieb deutlich weniger Schadstoffe als bei aktuellen Motoren. Unterschiedliche Motorgößen und unterschiedliche Motormarktsegmente können ohne konstruktive Veränderungen mit einem identischen Basismodul bedient werden. Die Installation unterschiedlicher Leistungsgrößen erfordert keine spezifischen Einzelanfertigungen mehr, sondern wird durch den parallelen Betrieb baugleicher Module im Baukastenprinzip erfüllt. Dies hat auch aus wartungstechnischer Sicht große Vorteile (Wartung während des Betriebs).

Neben dem Alleinstellungsmerkmal „Flex-Fuel- Fähigkeit“ zeigt sich der entscheidende Vorteil des FKLG im Vergleich mit den **Konkurrenztechnologien** in der Aufhebung des bisher bestehenden Technologiedilemma. Denn für alle Konkurrenztechnologien gilt, dass die jeweiligen Nutzungsvorteile gleichzeitig mit direkten Nutzungsnachteilen verbunden sind. Das daraus resultierende „entweder – oder“ löst der FKLG in ein „sowohl als auch“ auf. Speziell in einem Einsatzfeld wie bei der Bundeswehr, in dem stark variierende und in aller Regel vorher nicht festgelegte Einsatzfelder abgedeckt werden müssen, ist das unter der Prämisse der begrenzten Finanzmittel ein entscheidender Vorteil.

Im Rahmen einer Beauftragung durch die WTD 61 wird das Anwendungspotential des FKLG im Bereich des militärischen Flugbetriebs mit unbemannten Luftfahrzeugen (UAV) untersucht. In 2024 wurden die ersten Informationen erarbeitet, in dem die technischen Grundlagen der Technologie aufgezeigt und vertieft wurden. Parallel dazu wurden die Einbaumöglichkeiten in existierende Fluggeräte untersucht und Aspekte der Betriebsgenehmigung herausgearbeitet um abschließend die verschiedenen Technologien zu vergleichen. Im nächsten Schritt wird überprüft, welche Brennstoffe im Einsatzbereich der Bundeswehr verwendet werden können. Dabei wird unter anderem SAF und Wasserstoff untersucht.

Im Rahmen der Studie hat sich auch gezeigt, dass der FKLG auch bei anderen Einsatzgebieten der Bundeswehr Verwendung finden kann. Dies sind unter anderem die komplette Fahrzeugflotte (vom Landfahrzeugen über Sondermaschinen bis hin zu Schiffen) sowie die mobile (z.B. Generatoren für Feldlager) und stationäre (z.B. Notstromaggregate, Blockheizkraftwerk) Energieerzeugung.

Gerade in vorab ungeklärten Einsatzfeldern steht zu erwarten, dass der FKLG einen wesentlichen Beitrag für die Aufgabenerfüllung der Bundeswehr leisten kann.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Resiliente Energielösungen für militärische Infrastruktur und mobile Operationen

Marcel Kiser, SFC Energy

Die Absicherung militärischer Liegenschaften sowie die zuverlässige Energieversorgung taktischer Systeme stellen zentrale Herausforderungen für moderne Streitkräfte dar. SFC Energy bietet mit dem EFOY H₂PowerPack X50 eine leistungsstarke Wasserstoff-Brennstoffzellenlösung für stationäre Anwendungen, die eine unterbrechungsfreie Versorgung von Liegenschaften gewährleistet. Neben den H₂-Lösungen können stationäre DMFC-Energielösungen von SFC Energy zur Back-up-Stromversorgung eingesetzt werden, wenn es um die Absicherung von Funkstrecken oder anderer sicherheitsrelevanter Infrastruktur geht. Diese Technologie ermöglicht eine autarke und signaturarme Energieversorgung auch unter extremen Einsatzbedingungen.

Seit 2009 sind Produkte von SFC Energy erfolgreich bei der Bundeswehr eingeführt und in unterschiedlichen Projekten integriert, darunter auch in mobilen Fahrzeugplattformen für luftbewegliche Kräfte. Neben stationären Lösungen bietet SFC Energy ein breites Portfolio an portablen und mobilen DMFC-Systemen, die speziell für den taktischen Einsatz entwickelt wurden. Diese Systeme zeichnen sich durch hohe Effizienz, geringe Signatur, lange Autonomiezeiten und minimale Wartungsanforderungen aus – entscheidende Vorteile für flexible und schnelle Operationen.

Ein weiterer strategischer Vorteil: SFC Energy sourct und produziert seine Produkte vollständig in Europa, was kurze Lieferketten und höchste Qualitätsstandards sicherstellt. Darüber hinaus arbeitet SFC Energy an der Entwicklung eines neuen taktischen Produkts, das die Einsatzfähigkeit moderner Streitkräfte weiter optimieren wird. Der Vortrag beleuchtet technologische Grundlagen, Einsatzszenarien und die Bedeutung dieser Lösungen für die Energieautarkie militärischer Infrastruktur.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Modulare Energiecontainer für resiliente und bidirektionale Energieversorgung

Dr. Nies Reininghaus, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

1. Modularität als Grundlage resilienter Energieversorgung:

Der Einsatz modularer Energiecontainer ermöglicht eine flexible, skalierbare und schnelle Bereitstellung von Energie in verschiedenen operativen Kontexten. Basismodule mit Batterie und Leistungselektronik gekoppelt mit Brennstoffzellen-Systeme oder Dieselaggregaten erhöhen die Resilienz gegenüber Störungen und ermöglicht eine schnelle Anpassung an veränderte Anforderungen, insbesondere da der elektrische Energiebedarf zukünftiger Operationen durch den Einsatz energieintensiver Technologien zunehmen wird.

2. Brennstoffzellen als zusätzliche Energieumwandlung:

Wasserstoff- und Methanolf Brennstoffzellen bieten eine zuverlässige, signaturreduzierte und effiziente Energieumwandlung. Sie sind besonders geeignet für Einsatzbedingungen, in denen hohe Energiekapazität, lange Laufzeiten und geringe Wartung notwendig sind. Demonstrationsbeispiel ist ein Projekt in dem das DLR mit Partnern einen Energiecontainer für das THW entwickelt und testet .

3. Bidirektionale Energiekoppelung zur Fahrzeugintegration:

Das Ermöglichen bidirektionaler Energieflüsse zwischen Energiecontainern und Militär fahrzeugen (via V2X-Technologie) eröffnet neue Möglichkeiten zur Energieoptimierung, Lastmanagement und zur Unterstützung mobiler Einsätze durch flexible Energieversorgung im Feld.

4. Energieversorgung als Schlüsselkomponente der Operationalität:

Eine resiliente Energieversorgung ist entscheidend für die operative Einsatzfähigkeit der Bundeswehr. Durch die Integration von Energiecontainern in Liegenschaften außerhalb von Einsätzen kann die Autarkie von Stützpunkten verbessern, während gleichzeitig Wartung und Einsatzfähigkeit der Geräte sichergestellt wird. Auch die Versorgung mit Wasserstoff sollte resilienter gestaltet werden, das DLR forscht dazu zusammen mit der HSU und Hereon an einer mobilen Lösung für die Energieversorgung (<https://www.hsu-hh.de/awt/en/digi-hypro-en/>).

5. Zukunftsfähige Technik für moderne militärische Herausforderungen:

Der Vortrag zeigt auf, wie moderne Energietechnologien – insbesondere Brennstoffzellen-Systeme und flexible Speichersysteme – zur Gestaltung einer zukunftsfähigen, digitalisierten und resilienten Energieversorgung der Bundeswehr beitragen können, ohne dabei die Operationalität einzuschränken.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Brennstoffzellen und Elektrolyseure für die resiliente Energieversorgung

Dr. Carsten Cremers, Fraunhofer-Institut für chemische Technologie (ICT)

Der öffentliche Fokus in der Entwicklung von Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien lag lange auf deren mobilen Nutzung. Jedoch hat es parallel hierzu schon seit langen auch eine Entwicklung stationärer Systeme gegeben. Dies umfasst Entwicklungen von Netzersatz Lösungen genauso wie die Entwicklung stationärer Stromerzeuger bis hin zu Systemen zu saisonalen Speicherung von Energie.

Im Vortrag sollen die drei Anwendungsfelder mit möglichen technologischen Lösungen aus dem zivilen Bereich und wo vorhanden auch Ergebnissen zu militärischer Nutzung vorgestellt werden.

Ein Schwerpunkt wird dabei auf Systemen zur Saisonalen Speicherung liegen. Hier werden auch Ergebnissen aus eigenen Vorhaben wie dem BMFRT Vorhaben Energiepuffer vorgestellt. Dabei soll gezeigt werden, dass die Einführung solcher System of an rechtlichen Rahmenbedingungen gescheitert ist, die für die Bundeswehr nicht notwendigerweise zutreffen.

Weiterhin können ausgewählte Ergebnisse aus den EDF-Vorhaben INDY und SENTINEL vorgestellt werden.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Autarkie bis 2029 – Deutscher Mittelstand als Vorreiter für cyber-resiliente H₂-Mikrogrids der Bundeswehr

Andreas Ehrle, X2E Group

Die Energieversorgung bildet die unverzichtbare Grundlage der Einsatz- und Durchhaltefähigkeit der Bundeswehr. Angesichts moderner Bedrohungen – von hybriden Angriffen bis hin zur gezielten Störung ziviler Energienetze – und mit Blick auf den Planungshorizont 2029, in dem auch ein Angriff Russlands auf NATO-Gebiet in den Szenarioannahmen berücksichtigt wird, muss die Energiestrategie konsequent auf Autarkie und Resilienz ausgerichtet sein. Militärische Liegenschaften müssen daher auch bei einem Netzausfall verlässlich weiterbetrieben werden können: planbar, skalierbar und ausfallsicher.

X2E liefert hierfür eine praxisnah erprobte, resiliente Lösung auf Basis von Wasserstoff. Standorte der X2E Group werden seit 2022 aufgrund des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine konsequent auf lokale Erzeugung, Speicherung und Wandlung umgestellt, mit dem Ziel eines vollständig netzunabhängigen Betriebs. Entscheidend: Die Systeme werden im realen Betrieb unter Last getestet und kontinuierlich optimiert – Resilienz ist damit nicht Theorie, sondern belastbare Betriebserfahrung.

Kern ist die Kombination aus Wasserstoff und modularen Mikrogrids. Energie wird lokal bereitgestellt, bedarfsgerecht gespeichert und im Inselbetrieb zuverlässig wieder verfügbar gemacht; Redundanzkonzepte erhöhen die Resilienz zusätzlich, Black-Start-Fähigkeit sichert den Wiederanlauf und damit operative Resilienz.

Ein Differenzierungsmerkmal ist die Cybersecurity: Hardware und Software (u. a. Leistungselektronik, Steuerungs- und Regelungstechnik) werden eigenentwickelt und nach Security-by-Design umgesetzt – für eine cyber-resiliente Energieinfrastruktur.

Mit einer rund 95-prozentigen eigenen und damit deutschen Fertigungstiefe werden Lieferkettenrisiken signifikant reduziert, die Ersatzteilverfügbarkeit langfristig sichergestellt und die Gesamtarchitektur dauerhaft resilient ausgelegt.

Die X2E zeigt am Beispiel eines mittelständischen High-Tech-Unternehmens den konsequenten Wandel von energetischer Abhängigkeit hin zu vollständiger Autarkie. Diese Resilienzstrategie ist im industriellen Mittelstand bereits praxiserprobt und lässt sich unmittelbar auf militärische Liegenschaften übertragen. Der Vortrag zeichnet den Weg der X2E seit 2022 nach und zeigt, wie die Bundeswehr bis 2029 schrittweise eine vollständig resiliente, autarke Energieversorgung aufbauen kann.

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Synthetische Kraftstoffe in der militärischen Nutzung

Dr. Johannes Gramüller, Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe

Eine resiliente und sichere Energieversorgung bei gleichzeitiger Gewährleistung höchster Leistungsfähigkeit stellt insbesondere bei mobilen Waffensystemen eine große Herausforderung dar. Dabei liefern lediglich flüssige Kraftstoffe auf Basis von synthetischen Kohlenwasserstoffen eine zu fossilen Kraftstoffen annähernd gleichwertige Energiedichte, um eine gleichbleibende Einsatzfähigkeit zu ermöglichen.

Im Gegensatz zu fossilen Kraftstoffen, welche sich in ihrer chemischen Zusammensetzung wenig unterscheiden, gibt es für die Produktion synthetischer Kraftstoffe unterschiedliche Rohstoffe und Herstellungsverfahren. Dies bedingt eine selektivere chemische Zusammensetzung mit prozessabhängigen Unterschieden, sowie in Folge eine breitere Varianz der physikalisch-chemischen Eigenschaften. Dies kann zum Beispiel Auswirkungen auf die Material-Kompatibilität synthetischer Kraftstoffe mit bestehenden Systemen haben. Aromatische Kohlenwasserstoffe, die zwar immer in fossilem, aber nicht in den gängigsten synthetischen Kraftstoffen vorhanden sind, tragen dabei eine entscheidende Rolle und limitieren den Einsatz vollsynthetischer Alternativen. Für Flugturbinenkraftstoff erlaubt die technische Spezifikation ASTM D7566 daher einen maximalen Anteil von 50 % v/v für eine definierte synthetische Komponente, sofern die resultierende Mischung mit fossilem Kraftstoff gewisse Kennwerte erfüllt. Diese Mischungen mit synthetischem Anteil sind für alle Luftfahrzeuge der Bundeswehr sowie das Central European Pipeline System CEPS zugelassen. Für synthetischen Dieselmotorkraftstoff gemäß der technischen Spezifikation DIN EN 15940 gibt es keine generelle Freigabe für alle Waffensysteme, es sind aber ebenfalls synthetische Beimischungen zu fossilem Dieselmotorkraftstoff (in der Praxis etwa 20 – 30 % v/v) möglich. Ebenso sind für Marinedieselmotorkraftstoffe synthetische Anteile zulässig, sofern die Forderungen der entsprechenden technischen Spezifikation eingehalten werden. Somit sind die technischen Voraussetzungen für die anteilige Nutzung synthetischer Kraftstoffe bereits vorhanden, eine ausschließliche Nutzung und damit die vollständige Unabhängigkeit von erdöl-basierten Kraftstoffen ist jedoch aktuell noch Gegenstand ziviler und militärischer Forschungsprojekte und abhängig von den technischen Freigaben aller mobiler Systeme der Bundeswehr und NATO.

In der militärspezifischen Nutzung ergeben sich mitunter zusätzliche Anforderungen an Kraftstoffe, die in der zivilen Nutzung nicht berücksichtigt werden. Für Flugturbinenkraftstoffe mit synthetischem Anteil ist u.a. im Rahmen der NATO Single Fuel Policy, die für die Gewährleistung einer möglichst einfachen und robusten Logistik den Einsatz von Flugturbinenkraftstoff in Dieselmotoren vorsieht, eine ausreichend hohe Zündwilligkeit (Cetanzahl) ein relevanter Parameter. Daher legt der NATO Standard AFLP 3747 hierfür einen Mindestwert fest. Am Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB) der Bundeswehr ist die Projektleitung Betriebsstoffe und damit die Qualitätsuntersuchung von Kraftstoffen verortet. Unsere Untersuchungen zu den Eigenschaften verschiedener synthetischer Kraftstoffe zeigen, dass die Zündwilligkeit stark von den Rohstoffen, Herstellungsverfahren und Aufarbeitungsprozessen abhängig ist. Synthetische Kraftstoffe aus dem Fischer-Tropsch-Prozess können beispielsweise über eine zu niedrige oder ausgesprochen hohe Zündwilligkeit verfügen. Gleichzeitig ist der Einsatz von synthetischen Kraftstoffen mit niedriger Zündwilligkeit in Jet-Triebwerken Fokus eines aktuellen Forschungsprojektes.

Unsere Untersuchungen zu den physikalisch-chemischen Eigenschaften von verschiedenen synthetischen Kraftstoffen zeigen, dass nicht alle Produktionspfade auch für eine militärische Nutzung geeignet sind. Gleichzeitig bieten synthetische Kraftstoffe aus anderen Produktionspfaden Vorteile gegenüber rein fossilen Kraftstoffen.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Synthetische Kraftstoffe - Status Quo und Perspektiven aus Sicht eines OEMs

Benedikt Ackerschott, DWE

Die DWE GmbH – 1924 in Deggendorf als Werft gegründet – entwickelt und fertigt seit 1955 Großapparate und Reaktoren für die internationale chemische und petrochemische Industrie sowie physikalische Forschungsanlagen. Unsere Rohrreaktoren übernehmen die zentrale Funktion in chemischen Produktionsanlagen: die Umwandlung chemischer Ausgangsstoffe in Produkte.

Für Power-to-X-Anwendungen bieten wir ein breites Spektrum – von Methanisierungs- und Methanolreaktoren bis hin zu MtO- und Oligomerisationsreaktoren sowie RWGS- und Fischer-Tropsch-Reaktoren. Damit decken wir verschiedene Produktionsrouten und eine Vielzahl an synthetischen Kohlenwasserstoffen ab.

Zusammenfassung des Vortrags:

- Technische Reifegrade und Verfügbarkeiten der Schlüsselkomponenten entlang der Wertschöpfungskette für verschiedene synthetische Kohlenwasserstoffe
- Modulare Konzepte vs. Großanlagen, Vergleich von Konzepten und möglichen Produktionskapazitäten
- Herausforderungen bei der Implementierung der Technologien
- Ausblick auf weitere Entwicklungen



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Entwicklung einer Technologie zur Herstellung von Kerosin auf Basis Methanol

Dr. Mario Kuschel, CAC ENGINEERING GmbH

Der Verkehrssektor ist eine der größten Quellen für CO₂-Emissionen.

Durch den Einsatz von synthetischem Kraftstoff auf Methanolbasis lassen sich die Emissionen drastisch senken. Voraussetzung hierfür ist die Verwendung von erneuerbarem Methanol, das unter Einsatz erneuerbarer Energien aus CO₂ und Wasserstoff hergestellt wird.

Das bei der Verbrennung des Kraftstoffs freigesetzte Kohlendioxid kann als recycelter Kohlenstoff betrachtet werden, wenn das CO₂ durch Direct Air Capture (DAC) gewonnen wurde, wodurch der Kohlenstoffkreislauf geschlossen wird, oder wenn es aus einer unvermeidbaren Punktquelle stammt. Der hergestellte synthetische Kraftstoff ist unter Berücksichtigung der gesamten Produktionskette nahezu klimaneutral.

In der Präsentation wird ein kurzer Überblick über die Technologie METHAJET® // MTJ der CAC ENGINEERING GmbH gegeben. CAC hat die Technologieentwicklung 2018 im Rahmen des öffentlich geförderten FuE-Projektes KEROSyN100 begonnen. Wissenschaftliche Partner waren unter anderem die Uni Bremen und die Technische Universität Bergakademie Freiberg (TUBAF).

Heute arbeitet die CAC mit der TUBAF im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten FuE-Projekt EwOPro zusammen. Wesentliches Forschungsmerkmal ist die Entwicklung der Prozessstufe der Oligomerisierung. In dieser Prozessstufe werden kleinere Kohlenwasserstoffe, Olefine mit 2 bis 4 Kohlenstoffatome, zu höheren Kohlenwasserstoffen, ebenfalls Olefine aber im Bereich C8 bis C25, umgewandelt. Diese Oligomere werden in einer nachgeschalteten Hydrofinishing Prozessstufe hydriert und in die Produktfraktion Benzin (Naphtha), Kerosin und Diesel aufgetrennt.

Vorteil der Technologie ist somit, dass drei Kraftstoffsorten aus einer Anlage als Produkt gewonnen werden können. In Abbildung 1 ist das Gesamtkonzept grafisch dargestellt. Danach wird zunächst Methanol aus CO₂ und Wasserstoff erzeugt. Der Wasserstoff stammt dabei vorzugsweise aus einer Wasserelektrolyse, die mit erneuerbarer Energie versorgt wird. Das CO₂ kann aus einer Direct Air Capture Anlage oder von einer Industriepunktquelle stammen. Es wird die Prozesskette über den zwischenschritt Methanol bevorzugt, da hier die Möglichkeit besteht, erneuerbare Energie in den Regionen zu verwenden, wo diese in genügendem Umfang zur Verfügung steht. Methanol als Flüssigkeit kann dann leicht zur finalen Verarbeitung in Kraftstoff zum eigentlichen Bedarfsort transportiert werden.

Eine erste Produktbewertung des Kerosins durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt zeigt ein großes Potential auf und bestätigt gute Eigenschaften des Kerosins. Anwendungstest stehen noch aus. Diese sind vorgesehen im Rahmen von EwOPro bei dem assoziierten Projektpartner Continental Aerospace Technologies. Außerdem verfolgt das WiWEB das Projekt und wird ebenfalls Proben analysieren.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Resiliente Kraftstoffversorgung: Synthetische Drop-in-Fuels aus deutscher Großproduktion

Kevin Günther, German eFuel One

Resiliente Kraftstoffversorgung für die Bundeswehr: Synthetische Drop-in-Fuels aus deutscher und europäischer Großproduktion

Eine sichere, jederzeit verfügbare Energieversorgung ist eine grundlegende Voraussetzung für Einsatzfähigkeit, Reichweite und Resilienz moderner Streitkräfte. Insbesondere im Bereich der mobilen Energieversorgung bestehen weiterhin strategische Abhängigkeiten von fossilen Importen und verwundbaren internationalen Lieferketten.

Mit German eFuel One (GEF1 / www.gef1.de) entsteht in Deutschland eine erste kommerzielle Anlage zur industriellen Herstellung synthetischer Kraftstoffe auf Basis erneuerbarer Rohstoffe. GEF1 ist dabei bewusst als Auftaktprojekt konzipiert: Das Anlagenkonzept ist skalierbar und auf die Replikation weiterer Produktionsstandorte ausgelegt, die – in unterschiedlicher Kapazitätsauslegung – perspektivisch in Europa oder auf NATO-Gebiet realisiert werden können. Damit eröffnet sich ein strategischer Ansatz zur schrittweisen Stärkung einer resilienten, bündnisrelevanten Kraftstoffversorgung.

Der Vortrag zeigt auf, welchen konkreten Mehrwert synthetische Drop-in-Fuels für die Bundeswehr bieten können. Im Fokus stehen dabei:

- die Nutzung bestehender militärischer Logistik-, Lager- und Betankungsinfrastrukturen,
- die Reduktion strategischer Abhängigkeiten durch europäische Produktionskapazitäten,
- die Bedeutung synthetischer Drop-in-Fuels für Einsatzfähigkeit, Reichweite und Durchhaltevermögen mobiler Waffensysteme,
- sowie der Beitrag solcher Anlagen zur gesamtstaatlichen Verteidigungsfähigkeit, insbesondere durch Dual-Use-Ansätze und die Verzahnung ziviler Industrie mit militärischem Bedarf.

Anhand von GEF1 werden praxisnahe Erkenntnisse aus Projektentwicklung, Technologieintegration und regulatorischem Rahmen vorgestellt. Der Beitrag versteht sich einerseits als Impuls, synthetische Drop-in-Fuels als strategischen Baustein einer resilienten militärischen Energieversorgung zu diskutieren. Andererseits legt er eine reale Gelegenheit zur Kraftstoffversorgung ab 2028 vor.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Resilienz der Energieversorgung durch ein dezentrales Kraftstoffproduktionsnetzwerk

Arthur Hustad und *Dr. Tim Böltken*, INERATEC

Die Einsatzbereitschaft der Bundeswehr ist unmittelbar von der jederzeitigen Verfügbarkeit flüssiger Kraftstoffe abhängig. Mobilität, der Betrieb von Land-, Luft- und Seesystemen sowie die Energieversorgung kritischer Infrastruktur basieren weiterhin überwiegend auf fossilem Diesel und Kerosin. Zentrale Raffineriestrukturen, lange Transportwege und globale Lieferketten stellen dabei eine erhebliche strategische Verwundbarkeit dar, insbesondere in Krisen- und Konfliktszenarien.

Dieser Beitrag stellt das Giga-PtX-Konzept vor: ein dezentrales, modulares Netzwerk zur Power-to-Liquid-Kraftstoffproduktion, das gezielt auf die Erhöhung der Resilienz und Souveränität der militärischen Energieversorgung ausgerichtet ist. Giga-PtX ist eine gemeinsame Initiative von INERATEC, Rheinmetall, Sunfire und Greenlyte und vereint modulare PtL-Synthesetechnologie mit militärischer Systemintegration, industrieller Elektrolyse zur Wasserstofferzeugung sowie CO₂-Abscheidung mittels Direct Air Capture. Vorgesehen ist der Aufbau von hunderten geografisch verteilten Anlagen zur Herstellung drop-in-fähiger synthetischer Kraftstoffe aus erneuerbarem Strom, Wasserstoff und lokal verfügbarem CO₂.

In enger Zusammenarbeit mit Rheinmetall wird das Gesamtsystem auf verteidigungsspezifische Anforderungen wie Sicherheit, Integration in bestehende Logistiksysteme und operationelle Robustheit ausgelegt. Die erzeugten Kraftstoffe sind vollständig kompatibel mit der bestehenden Fahrzeug-, Luftfahrt- und Energieinfrastruktur der Bundeswehr und sofort einsetzbar. Ihre hohe Lagerstabilität ermöglicht zudem den Aufbau strategischer Kraftstoffreserven.

Als erster Umsetzungsschritt wird der Aufbau einer Pilotanlage in Deutschland vorgeschlagen. Giga-PtX bietet damit eine realistische, skalierbare Dual-Use-Lösung zur Stärkung der militärischen Resilienz und der nationalen Energiesicherheit.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

E-Fuels als strategischer Resilienzfaktor der Bundeswehr

Christian Sacchet, P3

Die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen in der Energieversorgung mobiler Einheiten kann durch den Einsatz von eFuels als geeignete Drop-in-Technologie reduziert werden. Neben der Wahl der Technologie kommt der Standortwahl eine entscheidende Bedeutung zu. Die Gewichtung der einzelnen Standortkriterien unterscheidet sich dabei zwischen der zivilen Nutzung und einer möglichen Nutzung im Verteidigungsfall. Dadurch verändern sich die typischen Phasen der Projektentwicklung – von der Konzeptstudie über die Machbarkeitsstudie bis hin zum Front-end Engineering & Design (FEED) – sodass das Vorhaben den Charakter eines zivilen Infrastrukturprojekts mit zusätzlichen militärischen Anforderungen annimmt. Die Nutzung einer Kohlenstoffquelle hat entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Gewinnung synthetischer Kraftstoffe, schränkt jedoch gleichzeitig die Flexibilität stark ein. Kohlenstoff aus biogenen Quellen führt zu niedrigeren Kosten bei geringer örtlicher Flexibilität, DAC (Direct Air Capture) zu höheren Kosten, jedoch gleichzeitig enormer Flexibilität durch das ubiquitäre Vorkommen von atmosphärischem CO₂. Die Erzeugung von Wasserstoff sowie DAC erfordern große Mengen an Strom, wobei hierbei die zivile Infrastruktur zurückgegriffen werden muss, entsprechende Anschlussleistungen müssen am Ort der Erzeugung verfügbar sein. Die Installation stellt dabei hohe Anforderungen an die Redundanz, die gegebenenfalls in deutlich umfangreichem Maßstab als bei rein zivilen Projekten Berücksichtigung finden muss. Im Gegensatz zu rein ziviler Infrastruktur kann darüber hinaus die Vulnerabilität der Infrastruktur, beispielsweise durch Freileitungen, eine Rolle spielen. Um dem entgegenzuwirken, können im Bedarfsfall zusätzlich mobile Dragon-Wings Photovoltaikanlagen oder flexible Flugwindkraftwerke als Backup-Lösungen eingesetzt werden. Als weiteres Edukt muss der Zugang zu Wasser gewährleistet werden, wobei die Anforderungen vergleichbar mit der zivilen Nutzung sind. Für die flüssigen Produkte muss sichergestellt sein, dass eine Logistik aufgebaut werden kann, mit der sich die Kraftstoffe befördern lassen, beispielsweise Wasserstraßen, Meereszugang, Pipeline-Anschluss oder Infrastruktur für den Straßentransport. Während bei rein ziviler Nutzung üblicherweise die Bewertung der entstehenden Kosten im Vordergrund steht, so bedarf es für militärische Anwendungen einer gesonderten Betrachtung zur Flexibilität und Resilienz des auszuwählenden Transportweges. Eine Verlegbarkeit ist zwar für den zivilen Fall irrelevant, kann jedoch für einen Verteidigungsfall entscheidend sein. Dadurch kann die Anlagentechnik bei einer veränderten Risikosituation an einen Ort mit geringerer Exposition verlegt werden. Modularisierte Konzepte, die bereits für zivile Zwecke vorhanden sind, bieten dabei einen Vorteil, Anforderungen bei der (Wieder-)Inbetriebnahme können sich aber unterscheiden. Gegebenenfalls können Genehmigungsverfahren beschleunigt abgewickelt werden, übliche technische Regelwerke bleiben jedoch identisch. Abschließend gelten bei militärischer Anforderung erhöhte Kriterien bei der Cyber Security.

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Strombasierte Kraftstoffe zur resilienten Versorgung mit speicherbaren Energieträgern

Dr. Christoph Arndt, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Flüssige Energieträger auf Basis von nachhaltiger Biomasse oder erneuerbarem Strom bieten das Potential, klima- und umweltfreundliche Energie insbesondere für den Transportsektor resilient, flexibel und bedarfsgerecht bereitzustellen. Aufgrund der Skalierbarkeit der Technologie und der Rohstoffbereitstellung sind v. a. strombasierte Kraftstoffe (PtL für Power-to-Liquid) eine vielversprechende Option. Einerseits ermöglichen sie eine lokale Produktion in Deutschland oder Europa und andererseits eine Diversifizierung der Importe von Energieträgern. PtL-Kraftstoffe können hierbei sowohl in der Luft- und Schifffahrt, als auch im bodengebundenen Verkehr eingesetzt werden. Entscheidend ist, dass die eingesetzten Technologien, Ressourcen und Lieferketten robust und anpassungsfähig sind. Somit können PtL-Kraftstoffe in Krisensituationen, wie Naturkatastrophen oder geopolitischen Konflikten, eine zuverlässige Energiequelle darstellen, die die Einsatzbereitschaft und Reaktionsfähigkeit der Sicherheitsbehörden jederzeit gewährleistet.

Für die Bereitstellung ausreichender Mengen an PtL-Kraftstoffen sind zwei Aspekte von entscheidender Bedeutung: die Skalierung der Herstellungstechnologien, um die Lücke zwischen Labormaßstab und industrieller Anwendung zu schließen, sowie ein De-Risking von Anlagenbau, Herstellungsprozessen, Produktionsrouten und Logistik-Ketten. Um diese Herausforderungen zu überwinden, baut das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) aktuell im Chemiestandort Leuna die Technologieplattform Power-to-Liquid-Kraftstoffe (TPP), die weltweit größte integrierte PtL-Demonstrations- und Forschungsanlage mit einer Produktionskapazität von ca. 2.500 t/a PtL-Kraftstoffen bzw. ca. 420 kg/h / 78 bpd. Der geplante Produktionsstart der TPP ist Anfang 2028. Die TPP bildet die gesamte Wertschöpfungskette der Produktion von PtL-Kraftstoffen ab. Sie umfasst die Herstellung von Synthesegas mittels einer elektrisch beheizten reversen Wassergas-Shift-Reaktion aus den Ausgangsstoffen Kohlendioxid und Wasserstoff über die Fischer-Tropsch-Synthese bis hin zur Aufbereitung zu normkonformen Kraftstoffen. Eine produktflexible Fahrweise ermöglicht die Produktion von Kerosin oder Diesel als Hauptprodukt. Ein weiteres Ziel ist die Demonstration einer lastflexiblen Produktion, d.h. die Anpassung der Produktionsmenge an schwankende erneuerbare Energien.

Schwerpunkt des Beitrags ist die Vorstellung der TPP mit aktuellem Baufortschritt, sowie der Forschungsleitfragen an der TPP im Kontext der resilienten Versorgung. Besonderer Fokus liegt auf der resilienten Kraftstoffbereitstellung und Optimierung der erzeugten Kraftstoffe auf die jeweiligen Anwendungen. So können auf der TPP beispielsweise große Mengen unterschiedlicher Kraftstoffe für Erprobungs- und Demonstrationszwecke bei unterschiedlichen Bedarfsträgern hergestellt werden. Um unterschiedliche Kraftstoffe zu bewerten, zu screenen und zu optimieren, bündelt das DLR verschiedenste Modelle und Daten in der DLR SimFuel Plattform. Kernstück sind dabei Eigenschaftsmodelle basierend auf der detaillierten Zusammensetzung von Kraftstoffen, für die verschiedenen Ansätze wie z. B. chemisch kinetische Modelle oder Machine Learning Modelle angewandt werden. Das genaue Verständnis der Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Eigenschaften von Kraftstoffen erlaubt dann die Anwendung in der Kraftstoffbewertung (Screening) oder der gezielten Optimierung bestimmter Eigenschaften (Design) auf Basis der chemischen Komposition.

Planung, Bau und Forschungsbetrieb der TPP werden vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) mit insgesamt ca. 290 Mio. € gefördert.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Adaptiv, softwaredefiniert, resilient? Alternativen für leistungsfähige Fahrzeugenergiesysteme

Dr. Heiko Solmecke, VINCORION und *Thomas Plaschko*, PULSETRAIN

Militärische Fahrzeugplattformen unterliegen im Laufe Ihrer Nutzung stetig wandelnden Fähigkeitsanforderungen, die durch geeignete Nach- und Aufrüstungen erfüllt werden. In der Konsequenz werden zunehmend die Möglichkeiten heutiger elektrischer und elektronischer Systeme genutzt, was jedoch einen erhöhten Bedarf an elektrischer Bordnetzenergie nach sich zieht. Vor dem Hintergrund von Baugrößen und Gewicht ist es bei zunehmender Bordnetzleistungsgröße zwingend geboten bei den Bordnetzarchitekturen weg von klassischen 28V-Systemen zu sogenannten Hochvoltssystemen zu wechseln. Diese Ansätze in Form von More-Electric- oder Hybridarchitekturen wurden bereits in diversen Prototypen und auch bei Serienfahrzeugen umgesetzt. Sie sind konzeptionell über 25 Jahre alt und basieren auf den seinerzeit verfügbaren technologischen Möglichkeiten. Häufig anzutreffende Lösungsansätze sind z.B. 48V-Systeme oder aber Systeme mit Spannungen oberhalb der Kleinspannung, den sogenannten Hochvoltssystemen (>120Vdc, <1500 Vdc). Als Speicher- und Ausgleichselement für das Fahrzeuginselnnetz wird dabei üblicherweise eine Batterie an das Bordnetz angeschlossen (direkt oder über den Zwischenschritt eines leistungselektronischen Wandlers). Viele dieser Fahrzeugenergiesysteme stellen plattformspezifische Einzellösungen dar, nutzen unterschiedliche Spannungsniveaus, verschiedene Batterietypen und unterliegen komplexen Integrationsansätzen. Dadurch besteht die Gefahr einer fragmentierten Energielandschaft, die Skalierung, Interoperabilität und Einsatzfähigkeit zukünftiger Systeme einschränken kann. Bedingt durch die Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Leistungselektronik und auch auf dem Gebiet der Speichertechnik ergeben sich aus heutiger Sicht neue, flexiblere Systemansätze.

Softwaredefinierte, resiliente Energiesystemstrukturen mit Multilevel-Architekturen können für militärische Fahrzeugbordnetze eine Lösung mit technischen und taktischen Vorteilen darstellen. Diese, auf einem integrierten Ansatz von Batterie-, Leistungselektronik und leistungsfähigem Managementsystem basierende, Architekturen ermöglichen die Integration in und die Weiterentwicklung von heutigen Energiesystemen hinsichtlich künftiger Anforderungen in Bezug auf Modularität, Robustheit, Flexibilität und Skalierbarkeit.

Herausforderungen, an denen sich diese Lösung messen lassen muss, sind Punkte wie Nutzbarkeit für unterschiedliche Standards (Kompatibilität zu bestehenden Systemen), Integrationsfähigkeit von Antrieb und Missionssystemen, logistische Effizienz, Resilienz bei Ausfällen oder Schäden sowie Zukunftsfähigkeit für neue Hochleistungsanwendungen.

In diesem Kontext wird eine universelle und resiliente Fahrzeugenergiearchitektur vorgestellt und bewertet, die militärische Energieversorgung über Missionen und Einsatzbereiche hinweg neu standardisiert. Diese kombiniert dabei chemieagnostische Zellarchitekturen, konfigurierbare Ausgangsspannungen und redundante Systemauslegung. Dadurch können Batterielebensdauer, Einsatzflexibilität und Systemresilienz deutlich erhöht werden. Gleichzeitig ermöglicht die Architektur den Weiterbetrieb bei Teilausfällen sowie eine kontrollierte Sicherheitsdeaktivierung kritischer Technologie.

In Summe kann festgestellt werden, dass softwaredefinierte Energiearchitekturen erweiterte und flexible Möglichkeiten in der Systemauslegung von Fahrzeugbordnetzen eröffnen. Sie können heutige Systemansätze sinnvoll ergänzen und zukünftige Anforderungen bereits implizit berücksichtigen.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Ultra-Hochleistungs-Lithium-Ionen-Batterien – leistungsstark und lieferkettenresilient

Dr. Verena Drews, V4Smart

Innerhalb aller tragbaren Applikationen, unbemannten Flug-/ oder (Überland/Wasser)-Fahrzeugen sowie zur Speicherung von Energie werden Energiespeicherlösungen in Form von Batterie-Zellen benötigt. Weshalb die Verfügbarkeit von Energie-Speicherlösungen innerhalb Deutschlands als sehr kritisch zu betrachten ist.

Stand 2024/2025 dominiert China die weltweite Produktion von Lithium-Ionen-Batterien mit >70% deutlich. Zur Absicherung einer unabhängigen Energieversorgung ist allerdings die Verfügbarkeit von Energiespeichern aus deutscher Produktion entscheidend. Gleichzeitig liefern viele Stand-der-Technik Lithium-Ionen-Batterien entweder unzureichende Sicherheit für das Tragen am Mann, eingeschränkte Leistungsfähigkeit und verschlechterte Verfügbarkeit bei niedrigen Temperaturen.

Die V4Smart stellt als einziger deutscher Rundzellhersteller, der seit > 2 Jahren Rundzellen in Deutschland in Serie produziert, mit einer verfügbaren Produktionskapazität von ca. 30 Mio Rundzellen eine Ausnahme dar. Seit 2020 hat die V4Smart an zwei deutschen Standorten zwei Rundzellserienproduktionsanlagen implementiert und beliefert daraus verschiedene Kunden seit 2 Jahren in Serie. Dabei bietet die kontinuierliche Kontaktierung innerhalb des mechanischen Zelldesigns der V4Smart in Kombination mit der eingesetzten Elektrochemie die für das Zellformat 21700 größten kontinuierliche Stromdichte bei geringster Eigenerwärmung. Diese Eigenschaft unterstützt ebenfalls die Einsatzfähigkeit mit > 15 A bei bis zu -40°C. Damit ermöglicht die angebotene Technologie einer abgesicherten Verfügbarkeit hochleistungsfähiger Lithium-Ionen Zellen aus Deutschland.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Verwundbarkeit militärischer Energieversorgung durch Abhängigkeit von Batteriezellen

Benno Leuthner, Customcells

Die Energieversorgung militärischer Systeme entwickelt sich zunehmend zu einem entscheidenden Faktor moderner Einsatzfähigkeit. Digitale Führungs- und Kommunikationsmittel, Sensorik, unbemannte Systeme zu Luft, Land, Wasser und Weltall sowie mobile Einsatzunterstützung sind heute in hohem Maße auf leistungsfähige und verfügbare Energiespeicher angewiesen. Batteriezellen bilden dabei die technologische Grundlage zahlreicher militärischer Anwendungen, werden jedoch in sicherheits- und verteidigungspolitischen Betrachtungen bislang häufig nur als nachgelagerte Industriekomponente wahrgenommen. Der Vortrag stellt die These auf, dass Batteriezellen künftig als strategisch kritische Ressource für die Energieversorgung der Bundeswehr betrachtet werden müssen. Vor dem Hintergrund der sicherheitspolitischen Zeitenwende, wachsender Anforderungen an Bündnis- und Landesverteidigung sowie einer zunehmenden Elektrifizierung militärischer Fähigkeiten gewinnt die Frage nach resilienten Energieversorgungsketten erheblich an Bedeutung. Parallel dazu steigt die Abhängigkeit westlicher Streitkräfte von globalisierten Lieferketten und außereuropäischen Produktionskapazitäten im Bereich der Batteriezellfertigung. Insbesondere die starke Konzentration von Rohstoffverarbeitung, Zellproduktion und Vorproduktfertigung in einzelnen Staaten und Regionen erzeugt strategische Risiken, die im Krisen- oder Konfliktfall unmittelbare Auswirkungen auf Verfügbarkeit, Nachversorgung und Durchhaltefähigkeit militärischer Systeme haben können. Der Vortrag analysiert diese Entwicklung aus einer operativen und versorgungsstrategischen Perspektive. Ziel ist es, Batteriezellen nicht ausschließlich als technologisches oder wirtschaftliches Thema zu betrachten, sondern als sicherheitsrelevante Schlüsselkomponente militärischer Energieversorgung. Hierzu werden typische truppennahe Anwendungen betrachtet, bei denen Batterietechnologien bereits heute missionskritische Funktionen übernehmen. Dazu zählen unter anderem tragbare Führungs- und Kommunikationsmittel, Sensorik, Aufklärungs- und Drohnensysteme, mobile Stromversorgungslösungen sowie zukünftige hybride oder elektrifizierte Plattformen. Anhand dieser Beispiele wird aufgezeigt, wie stark die Einsatzbereitschaft moderner Streitkräfte von der kontinuierlichen Verfügbarkeit leistungsfähiger Energiespeicher abhängt. Methodisch verbindet der Beitrag eine sicherheitspolitische Einordnung globaler Liefer- und Produktionsstrukturen mit einer praxisnahen Betrachtung militärischer Bedarfe und Beispiele aus Anfragen der Customcells GmbH. Dabei werden insbesondere die Verwundbarkeit internationaler Lieferketten, geopolitische Abhängigkeiten, industriepolitische Entwicklungen sowie Anforderungen an Resilienz und Versorgungssicherheit untersucht. Ergänzend werden mögliche Auswirkungen von Lieferunterbrechungen, Exportrestriktionen oder Produktionsengpässen auf militärische Einsatzszenarien diskutiert.

Im Ergebnis zeigt der Vortrag, dass die derzeitige strukturelle Abhängigkeit von außereuropäischen Batteriezelllieferketten ein bislang unterschätztes Risiko für die Einsatzfähigkeit westlicher Streitkräfte darstellt. Eine resiliente militärische Energieversorgung erfordert daher nicht nur technische Lösungen auf Systemebene, sondern auch strategische Ansätze zur Sicherung industrieller Souveränität. Dazu zählen der Aufbau vertrauenswürdiger westlicher Produktionskapazitäten, diversifizierte Lieferketten, kontrollierte Fertigungsstandorte sowie langfristige industrie- und sicherheitspolitische Kooperationen.

Der Beitrag ordnet sich in den Gesamtkontext der Konferenz ein, indem er die Energieversorgung der Bundeswehr nicht allein als infrastrukturelle oder technologische Herausforderung betrachtet, sondern als integralen Bestandteil nationaler Sicherheitsvorsorge und militärischer Resilienz. Die Diskussion um Batteriezellen erweitert damit die Perspektive auf operative Einsatzfähigkeit um eine bislang häufig unterschätzte strategische Dimension



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Geschützte Unterwasser-Energieversorgung für Fahrzeuge und kritische Infrastruktur

Mike Naismith, SubCtech

Infolge der zunehmenden globalen Spannungen gewinnen der Schutz sowie die Weiterentwicklung kritischer Infrastrukturen – sowohl unter Wasser als auch an Land – erheblich an Bedeutung. Insbesondere im maritimen Umfeld steigt der Bedarf an zuverlässiger, robuster und sicherer elektrischer Energieversorgung kontinuierlich. Unterwasseranwendungen stellen dabei besonders hohe Anforderungen an Sicherheit, Verfügbarkeit und Wartungsarmut der eingesetzten Energiesysteme.

Die Firma SubCtech entwickelt und produziert wiederaufladbare Fahrzeugbatterien für unbemannte und bemannte Unterwasserfahrzeuge sowie leistungsfähige Energiespeicherlösungen für Unterwasser- und Überwasseranwendungen. Seit 2024 ist die weltweit größte, nach API17F sowie analog zu MIL-STD zertifizierte Unterwasserbatterie im Einsatz. Jede Einheit verfügt über eine Kapazität von 1 MWh und kann modular zu Systemen mit aktuell bis zu 6 MWh erweitert werden.

Durch den Einsatz hochwertiger Materialien in Verbindung mit einem modularen und skalierbaren Systemkonzept stehen wartungsarme Energiespeicher mit einem hohen Maß an Sicherheit, Robustheit und Flexibilität zur Verfügung. Diese sogenannten „Unterwassersteckdosen“ ermöglichen in Kombination mit Unterwasser-Ladeeinrichtungen eine deutliche Verlängerung der Einsatzzeiten von Fahrzeugen ohne Bergung und eröffnen neue operative Szenarien für Fahrzeuge, Plattformen und Boote.

Ergänzt werden die Systeme durch Hochleistungskonverter für AC- und DC-Anwendungen, wodurch weitere Einsatzmöglichkeiten an Land und auf See realisiert, werden können. Die geschützte Umgebung unter Wasser bietet dabei völlig neue Ansätze für sichere Energieversorgung. Zudem lassen sich die Systeme auch mobil an Land einsetzen und autonom sowie sicher über unterschiedliche Ladeverfahren betreiben.

Der Vortrag stellt den aktuellen Stand der verfügbaren Technologien vor und gibt einen Ausblick auf kurzfristig realisierbare Lösungen zur Bewältigung neuer sicherheitsrelevanter Herausforderungen.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Signaturarme, modulare Energie: taktischer Schlüssel zur Einsatzfähigkeit der Bundeswehr

Jan Horn, Instagrid

Die sicherheitspolitische Lage in Europa hat sich grundlegend verändert. Die aktuelle Militärstrategie der Bundeswehr beschreibt ein zukünftiges Kriegsbild, das durch hybride Angriffe, hohe Vernetzung, transparente Gefechtsfelder sowie die zunehmende Verwundbarkeit kritischer Infrastruktur geprägt ist. Energieversorgung wird dadurch vom klassischen Unterstützungsfaktor zu einem entscheidenden Bestandteil militärischer Operations- und Durchhaltefähigkeit.

Gleichzeitig zeigt sich ein grundlegender Wandel moderner Streitkräfte. Fähigkeiten, Sensorik, Kommunikation und Präzisionswirkung wurden in den vergangenen Jahren massiv weiterentwickelt – Munition wurde zunehmend durch Halbleiter ersetzt. Moderne Streitkräfte sind heute datengetrieben und technologisch leistungsfähiger denn je. Das zugrunde liegende Energy-Layer hat diese Entwicklung jedoch vielerorts nicht in gleicher Geschwindigkeit mitgemacht. Genau daraus entsteht zunehmend ein operativer Engpass.

Der Beitrag betrachtet die Frage, welche Anforderungen sich daraus für die zukünftige Energieversorgung der Bundeswehr ergeben. Ausgangspunkt ist dabei weniger die rein technologische Perspektive, sondern vielmehr die praktische Betrachtung aus dem operativen Alltag mobiler Energieversorgung.

Als junges Unternehmen außerhalb klassischer Verteidigungsindustrien entstand unser Zugang zum militärischen Umfeld vor allem über Marktverfügbarkeit und die Fähigkeit, kurzfristig einsatzfähige Lösungen bereitzustellen. Unsere Anwendungen stammen ursprünglich aus Bereichen, in denen mobile Energie unmittelbar über Arbeitsfähigkeit entscheidet – unter Zeitdruck, mit begrenzter Infrastruktur und unter realen Bedingungen. Gerade dieser praxisorientierte Zugang zeigt, dass viele Herausforderungen ziviler und militärischer Anwendungen heute erstaunlich ähnlich sind.

Vor dem Hintergrund aktueller Konflikte zeigt sich zudem zunehmend, dass industrielle Skalierung, Geschwindigkeit und Lieferfähigkeit wieder entscheidende Faktoren werden. Entgegen vieler früherer Erwartungen erleben wir erneut Abnutzungs- und Durchhaltekriege, in denen nicht ausschließlich technologische Spitzenlösungen entscheiden, sondern auch Produktionskapazität, Verfügbarkeit und Adaptionsgeschwindigkeit. Unternehmen mit industrieller Serienfertigung und zivilen Skaleneffekten verfügen hierbei häufig über Vorteile hinsichtlich Preis, Produktionsmenge und Liefergeschwindigkeit gegenüber rein verteidigungsorientierten Strukturen. Dieses Umfeld führt aktuell auch zu einem sichtbaren Umdenken im Bereich militärischer Beschaffung, verstärkt durch das neue Bundeswehrbeschaffungsbeschleunigungsgesetz und den stärkeren Fokus auf marktverfügbare Technologien.

Im Mittelpunkt des Vortrags steht die Erkenntnis, dass zentrale und starre Energiearchitekturen zunehmend im Widerspruch zum beschriebenen Kriegsbild stehen. Große zentrale Energieerzeuger, lineare Versorgungsstrukturen und hohe logistische Abhängigkeiten erzeugen Verwundbarkeiten.

Gleichzeitig zeigt sich im Kontext des Operationsplans Deutschland (OPLAN DEU), dass Energieversorgung zunehmend als Teil gesamtstaatlicher Verteidigungsfähigkeit betrachtet werden muss. Themen wie kritische Infrastruktur, Host Nation Support, resiliente Logistik und die Verzahnung ziviler und militärischer Ressourcen betreffen unmittelbar die Verfügbarkeit von Energie.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Schlüsselressource Energie – Resiliente Batterieversorgung als Beitrag militärischer Fähigkeiten

Dr. Michael Holzapfel, Fraunhofer ICT

Energie stellt in der modernen Kriegsführung eine zentrale Schlüsselressource dar und ist weit mehr als ein unterstützendes Betriebsmittel. Sie bildet die grundlegende Voraussetzung für die Einsatzfähigkeit von Streitkräften. Ohne eine stabile und verlässliche Energieversorgung sind weder operative Handlungsfähigkeit noch technologische Überlegenheit aufrechtzuerhalten. Damit wird Energie zu einem entscheidenden Faktor für den Erfolg militärischer Missionen.

Die militärische Leistungsfähigkeit ergibt sich aus dem Zusammenspiel von Personal, Ausrüstung und Infrastruktur. Energie fungiert dabei als verbindendes Element, das diese Komponenten erst wirksam macht. Sie ermöglicht zentrale militärische Funktionen wie Aufklärung, Führung, Wirkung und Unterstützung. Im Bereich der Aufklärung ist Energie notwendig für den Betrieb von Drohnen, Sensoren und komplexen Auswertungssystemen. Für die Führung moderner Streitkräfte sind leistungsfähige Kommunikations- und Informationssysteme (C4ISR) unverzichtbar, die ebenfalls eine kontinuierliche Energieversorgung erfordern. Darüber hinaus ist Energie essenziell für den Einsatz von Waffensystemen und Plattformen sowie für logistische Prozesse und die Sicherstellung der Durchhaltefähigkeit im Einsatz.

Die Anforderungen an militärische Energieversorgung sind vielfältig und unterscheiden sich je nach Anwendung. Im Bereich der portablen Systeme, die von Soldatinnen und Soldaten direkt mitgeführt werden, stehen vor allem geringes Gewicht, hohe Energiedichte und Zuverlässigkeit im Vordergrund. Beispiele hierfür sind Funkgeräte, Nachtsichtgeräte und Zieloptiken. Demgegenüber benötigen größere Plattformen wie Fahrzeuge, Schiffe und Luftfahrzeuge leistungsstarke Energiesysteme, die häufig auch als Puffer- oder Notstromversorgung dienen. In beiden Bereichen kommen unterschiedliche Batterietypen zum Einsatz: Immer mehr in den Fokus kommen hierbei aufgrund ihrer hohen Energiedichte und Leistung die Lithium-Ionen-Batterien, z.B. in Form von Starterbatterien im 6T-Format.

Die Entwicklung und Bereitstellung geeigneter Batterielösungen ist jedoch mit erheblichen technischen Herausforderungen verbunden. Militärische Batterien müssen extremen Umweltbedingungen standhalten, darunter große Temperaturunterschiede, mechanische Belastungen wie Stöße und Vibrationen sowie elektromagnetische Einflüsse. Darüber hinaus müssen sie im Betrieb und im möglichen Fehlerfall sicher sein. Neben diesen technischen Anforderungen gewinnt die strategische Dimension zunehmend an Bedeutung. Eine rein marktabhängige Versorgung mit Batterien ist im Krisenfall nicht ausreichend. Vielmehr ist der Aufbau resilienter, krisenfester Lieferketten erforderlich, um die kontinuierliche Versorgung mit Batteriezellen und -systemen sicherzustellen. Nur so können Mobilität, Autarkie und Einsatzbereitschaft der Streitkräfte gewährleistet werden.

Angesichts der hohen Dynamik technologischer Entwicklungen ist zudem eine enge Zusammenarbeit zwischen militärischen Akteuren, Industrie und Forschung notwendig. Ein abgestimmtes Lagebild sowie koordinierte Entwicklungs- und Beschaffungsprozesse sind entscheidend, um auf neue Anforderungen und Innovationen reagieren zu können. Diese Kooperation trägt dazu bei, die Energieversorgung effizient, zuverlässig und zukunftssicher zu gestalten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Energieversorgung – insbesondere in Form moderner Batterietechnologien – das Rückgrat militärischer Fähigkeiten bildet. Ihre Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit beeinflussen maßgeblich den Erfolg von Operationen. Eine ganzheitliche, resiliente und technologisch fortschrittliche Herangehensweise ist daher unerlässlich, um den Anforderungen moderner Streitkräfte gerecht zu werden.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Die Energiesituation in Deutschland, Rückschlüsse auf die Verteidigung

Prof. Dr. Frank Atzler, Technische Universität Dresden

Die Energiesituation in Deutschland sowie einige einfache Berechnungen zur möglichen Autarkie des Landes und den potentiellen Kosten von synthetischen Kraftstoffen zeigen jenseits allgemeiner Dogmatik und diesseits der Zahlen, Daten und Fakten einen klaren Weg für die Zukunft der Energiewende im Allgemeinen und der Versorgung der Streitkräfte und Blaulichtorganisationen mit Energie und Antriebsleistung im Besonderen. Die gesellschaftliche Diskussion hat in der Demokratie einen wesentlichen Einfluss die Umsetzung grosser Zukunftsprojekte. In diesem Zusammenhang spielen Argumente im Spannungsfeld zwischen der Wirtschaftlichkeit synthetischer Kraftstoffe und ihrem Wirkungsgrad bzw der Wirkungsgradkette ihrer Produktion eine wesentliche Rolle.

Ein weiterer ausschlaggebender Punkt ist die Investitionssicherheit im Rahmen der Gesetzeslage in geeignete Anlagen für die Herstellung robust speicherbarer und transportabler Energie. Auf diese 4 Punkte, Energiesituation, Zukunftsaussichten, Wirkungsgrad und Kosten wird in diesem Vortrag im Kontext der derzeitigen gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Diskussion eingegangen.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Aufbau elektrischer Inselnetze mit Optimal-Grid-Control aus Frequenzumrichtern

Andreas Diedrich, ABB - MOHP

Die sichere und resiliente Energieversorgung militärischer Liegenschaften gewinnt vor dem Hintergrund zunehmender geopolitischer Spannungen, hybrider Bedrohungslagen und wachsender Volatilität der öffentlichen Stromnetze weiter an Bedeutung. Für die Bundeswehr ist eine zuverlässige, souveräne und jederzeit verfügbare Stromversorgung eine zentrale Voraussetzung für Einsatzbereitschaft, Führungsfähigkeit und den Schutz kritischer Infrastruktur. Elektrische Inselnetze stellen dabei einen wesentlichen Baustein dar, um auch im Blackout-Fall oder bei Ausfall externer Netzanbindungen definierte Netzbedingungen für sicherheitsrelevante Verbraucher aufrechtzuerhalten. Der Beitrag adressiert die Frage, wie moderne Inselnetzlösungen technisch umgesetzt werden können, um unterschiedlichste Erzeuger, Speicher und Verbraucher flexibel, stabil und zukunftssicher zu integrieren. Im Fokus steht dabei ein industriell bewährter Ansatz zur Erzeugung und Regelung von AC-Inselnetzen unter Nutzung modularer Leistungselektronik und intelligenter Regelungssoftware. Methodisch basiert der Ansatz auf der Übertragung erprobter Konzepte aus maritimen und industriellen Anwendungen auf landgestützte militärische Infrastrukturen. In der Schiffs- und Hafenenergieversorgung gehören komplexe Inselnetzkonfigurationen – beispielsweise für Landstromsysteme, hybride Antriebssysteme oder batteriegestützte Netze – seit Jahren zum Stand der Technik. Diese Erfahrungen werden genutzt, um robuste, skalierbare und beherrschbare Inselnetze für militärische Liegenschaften zu realisieren. Zentrale technische Grundlage bilden bidirektionale Frequenzumrichtersysteme mit integriertem „Optimal Grid Control“-Ansatz. Diese ermöglichen die autonome Erzeugung stabiler AC-Netze mit definierter Spannung und Frequenz unabhängig von der eingesetzten Primärenergiequelle. Unterschiedliche Erzeuger wie Dieselgeneratoren, Batteriespeicher, Photovoltaik, Windenergie oder Brennstoffzellen können über DC- und AC-Schnittstellen angebunden und koordiniert betrieben werden. Erweiterte Softwarefunktionen übernehmen dabei Aufgaben wie Spannungs- und Frequenzregelung, Wirk- und Blindleistungsmanagement, Netzsynchrisation, Erkennung von Netz- und Phasenverlusten sowie die Kompensation unsymmetrischer oder stark induktiver Lasten. Ergänzend tragen Funktionen zur Oberschwingungs- und Erdschlussüberwachung zur Netzqualität und Betriebssicherheit bei. Ein zentrales Argument ist die Entkopplung der Netzqualität von der Erzeugungsquelle. Dadurch können Inselnetze so ausgelegt werden, dass sie reproduzierbare und normierte elektrische Eigenschaften bereitstellen – ein entscheidender Vorteil für sensible militärische Verbraucher, Führungs- und Kommunikationssysteme sowie perspektivisch auch für die Integration neuer elektrischer Lasten und Energieträger. Die modulare Architektur unterstützt zudem eine schrittweise Erweiterung und Anpassung an veränderte Bedarfe, ohne grundlegende Systemeingriffe. Die erwarteten Ergebnisse dieses Ansatzes sind hochverfügbare, resilient betriebene Inselnetze mit industrieller Lieferfähigkeit und kurzen Realisierungszeiten. Die Nutzung standardisierter, europäisch gefertigter Komponenten reduziert Abhängigkeiten und erhöht die Versorgungssicherheit. Gleichzeitig lassen sich durch die Skalierbarkeit sowohl temporäre als auch dauerhaft installierte Lösungen für Liegenschaften unterschiedlicher Größe und Bedeutung umsetzen. Im Kontext der DWT-Veranstaltung „Energieversorgung der Bundeswehr“ ordnet sich der Beitrag als praxisnaher technischer Impuls ein, der konkrete Lösungsansätze für die Umsetzung militärischer Energieautarkie aufzeigt. Er verbindet operative Anforderungen der Bundeswehr mit industriell bewährten Technologien und liefert damit einen Beitrag zur Diskussion über resiliente, zukunftssichere und souveräne Energieversorgungskonzepte für die Streitkräfte.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Military Energy Platform: Resiliente Energieversorgung auf Basis bestehender Systeme

Dr. André Hoffmann, Arvato Systems

Die Sicherstellung einer resilienten und autarken Energieversorgung ist eine zentrale Voraussetzung für die Einsatz- und Durchhaltefähigkeit der Bundeswehr. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Effizienz, Transparenz und Steuerbarkeit der Energieversorgung militärischer Liegenschaften im Normalbetrieb. Der Vortrag stellt mit der Military Energy Platform einen umsetzungsnahen Ansatz vor, der konsequent auf bereits verfügbaren und praxiserprobten Produkten von Arvato Systems aufbaut.

Im Mittelpunkt steht die integrierte Steuerung und das Management militärischer Liegenschaften mithilfe der bestehenden Plattformen Green.Screen, AEP.DataHub und AEP.GWA. Data-Hub ermöglicht ein umfassendes Energie- und Anlagenmanagement über Sparten-übergreifende Energie-Erzeuger, Speicher und Verbraucher hinweg. greenScreen fungiert als zentrale Daten- und Zeitreihenplattform zur Konsolidierung von Mess- und Zustandsdaten und schafft die Grundlage für das Energiemanagement der Standorte durch Aggregation, Reporting, Prognosen und Entscheidungsunterstützung. Die sichere Anbindung der Feldgeräte erfolgt über AEP.GWA, das die Administration von Smart-Meter-Gateways und Steuerboxen gemäß BSI-Vorgaben unterstützt.

Auf dieser Basis lassen sich hybride energetische Systemarchitekturen zu lokalen Microgrids bündeln, die im Krisen- oder Einsatzfall einen autonomen Inselbetrieb ermöglichen und kritische Verbraucher priorisiert versorgen. Der Ansatz trägt zur Absicherung der Energieversorgung, zur Erhöhung der militärischen Autarkie sowie zur Reduktion logistischer Abhängigkeiten bei und eröffnet zugleich Synergien mit zivilen KRITIS-Strukturen, etwa beim Netzwiederaufbau nach großflächigen Stromausfällen.

Im Vortrag diskutieren wir, wie vorhandene Technologien zielgerichtet weiterentwickelt und zu einer resilienten Gesamtarchitektur für militärische und gesamtstaatliche Energieversorgung zusammengeführt werden können.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Strategien für eine resiliente und klimaneutrale Energieversorgung der Bundeswehrliegenschaften – Implikationen für Klimaschutz und Kriegstüchtigkeit **Carsten Wibben**, Leitstellen für klimaneutrale Energieversorgung der Liegenschaften der Bundeswehr (LKEBw)

1. **Problemstellung:** Die Leitstelle für klimaneutrale Energieversorgung der Liegenschaften der Bundeswehr (LKEBw) ist ein Akteur, der die Energieversorgung der gesamten Bundeswehriinfrastruktur neu denkt, nachhaltig ausrichtet und transformiert. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, auf Liegenschaftsebene Strategien zu entwickeln, die die Integration erneuerbarer Energien – von der Erzeugung, der Umwandlung über die Speicherung bis hin zur Verteilung – mit den bestehenden Anlagen und Gebäuden verbinden und gleichzeitig die hohen Anforderungen an Versorgungssicherheit sowie die Klimaschutzziele des Grundgesetzes berücksichtigen.
2. **Zielsetzung:** Im Kern liegt das Bestreben der LKEBw darin, eine klimaneutrale Energieversorgung zu etablieren, die nicht nur umweltfreundlich, sondern auch besonders resilient ist. Dies wird durch die Nutzung verschiedener Primärenergieträger, einer Sektorenkopplung der Energieträger und einer präzise definierten Betriebsstrategie erreicht. Diese Betriebsstrategie sieht drei Säulen vor: die Konsistenz, Suffizienz und die Effizienz. Durch diese Maßnahmen soll das System selbst unter extremen Belastungsbedingungen die Ausfallsicherheit gewährleisten.
3. **Methodik:** Zum einen erarbeitet ein interdisziplinäres Team Methodiken, welche zur Bewertung von Technologievarianten Anwendung finden und wie Praxisbeispiele aus bereits realisierten Projekten den Nutzen der entwickelten Strategien verdeutlichen. Zum anderen wird ein systematischer Überblick über die verfügbaren Markttechnologien gegeben, in dem der aktuelle technologische Fortschritt berücksichtigt wird. Kriterien wie Wirtschaftlichkeit, Integrierbarkeit, Flexibilität sowie eine resiliente Energieversorgung sind in der Gutachtererstellung der LKEBw von fundamentaler Bedeutung und für die zukünftige Energieversorgung von Bundeswehrliegenschaften essenziell.
4. **Ergebnisse:** Das Ziel der LKEBw ist es, eine weitestgehend energetische Unabhängigkeit der Liegenschaften zu erreichen in dem der Fokus auf Klimaneutralität nicht aus den Augen verloren wird. Energiebedarfe sollen auch unter widrigsten Bedingungen zuverlässig gedeckt werden können. Diese Ziele sind zentrale Voraussetzungen für die Einsatzbereitschaft und die operative Leistungsfähigkeit der Streitkräfte. Durch die Umsetzung der LKEBw-Gutachten wird nicht nur die ökologische Verantwortung erfüllt, sondern zugleich die strategische Handlungsfähigkeit der Bundeswehr gestärkt.
5. **Fazit:** Anhand konkreter Praxisbeispiele wird verdeutlicht, wie die entwickelten Strategien bereits erfolgreich in verschiedenen Liegenschaften umgesetzt wurden. Diese Beispiele zeigen, dass die Kombination aus erneuerbaren Energiequellen, modernen Speicherlösungen und robusten Betriebsstrategien nicht nur die Klimaziele unterstützen, sondern auch messbare Verbesserungen in Bezug auf Versorgungssicherheit und Resilienz liefern. Die LKEBw transformiert durch innovative, ganzheitliche Ansätze die Energieversorgung der Bundeswehr nachhaltig und sichert gleichzeitig die Grundpfeiler der militärischen Einsatzfähigkeit.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Von Planung zu Verfügbarkeit: Resiliente Bundeswehr-Infrastruktur durch Mesh-Netze

Ulrik Sauerzapfe, Fortinet

Die Sicherstellung einer autarken, resilienten und jederzeit verfügbaren Energie- und Kommunikationsinfrastruktur ist ein zentrales Anliegen der Bundeswehr im Rahmen moderner Einsatzführung. Besonders der Schutz kritischer Energie- und Steuerungssysteme in vernetzten und dezentralen Strukturen gewinnt angesichts hybrider Bedrohungen zunehmend strategische Bedeutung.

Der Vortrag zeigt auf, wie FORTINET mit Security Fabric-Architekturen, Mesh-Netzen und Secure SD-WAN einen Beitrag zur operativen Resilienz leisten kann.

Self-healing-Routing, Failover-Mechanismen und Zero-Trust-Zugänge gewährleisten geschützte Kommunikation und Handlungsfähigkeit auch bei Ausfällen regulärer Netze. Über FortiGate Rugged Next Generation Firewalls werden IT- und OT-Systeme integriert, etwa durch sichere Protokollübersetzung (z. B. IEC 61850) für Microgrids und externe Energieversorger.

Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf der Absicherung industrieller Steuerungs- und Energieinfrastrukturen. Moderne Next-Generation-Firewalls, HA-Clustering und ZTNA-basierte Fernzugriffslösungen ermöglichen eine hohe Verfügbarkeit und gezielte Zugriffskontrolle ohne Abhängigkeit von klassischen VPN-Strukturen. Ergänzt wird dies durch FortiSandbox-Technologien zur frühzeitigen Erkennung und Isolierung von Bedrohungen.

Der Beitrag verdeutlicht, wie integrierte Cyber-Sicherheitslösungen die Planung, Bereitstellung und Nutzung militärischer Energie- und Kommunikationsnetze stärken können.

Er richtet sich an Entscheidungsträger, Fachplaner und Sicherheitsverantwortliche im militärischen und behördlichen Umfeld.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Latentwärmespeicher für resiliente und wirtschaftliche Wärme- und Kälteversorgung

Christian Teicht, Fraunhofer ICT

Phase-Change-Materials (PCM) für kompakte Latentwärmespeicher bieten ein hohes Potenzial zur Steigerung der Resilienz und Autarkie militärischer Energieinfrastrukturen. Der Beitrag fokussiert mittelgroße, modular aufgebaute Speichersysteme, die in Form standardisierter Einheiten – z. B. auf Europaletten – leicht transportier- und verlegefähig sind und sich flexibel in stationäre wie mobile Mikrogrids integrieren lassen.

Aufgrund ihrer hohen volumetrischen Energiedichte und der nahezu isothermen Speichercharakteristik eignen sich PCM-Speicher besonders für die Kopplung mit Wärmepumpen, Klimageräten und hybriden Energiesystemen. Thermische Energie aus Abwärme, regenerativen Quellen oder mobilen Energieerzeugern kann so effizient gespeichert und bedarfsgerecht für Heizen, Kühlen oder Prozesswärme bereitgestellt werden. Dies reduziert Kraftstoffbedarf, Logistikaufwand und Verwundbarkeiten in der Versorgungskette.

Der Vortrag stellt jüngste Entwicklungen bei der Formulierung und Qualifizierung von PCM vor, darunter additivbasierte Modifikationen zur Erhöhung der Lade- und Entladegeschwindigkeit sowie der Langzeitstabilität. Anhand eines fiktiven, zweistufigen Speichersystems für Wärme und Kälte wird demonstriert, wie PCM-basierte Speichersysteme zur Sicherung der Verfügbarkeit unter Krisen- und Gefechtsbedingungen beitragen und gleichzeitig Betriebskosten senken können. Damit adressiert der Beitrag unmittelbar die Leitfragen zu Technologien, Systemlösungen, Absicherung und Wirtschaftlichkeit im Kontext der militärischen Energieversorgung.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Zukunftsfähige Bundeswehr-Energieinfrastruktur durch Industriekooperation

Benedikt Gutzweiler, PwC Strategy&

Die Energieversorgung ist eine zentrale Voraussetzung für Einsatz-, Führungs- und Durchhaltefähigkeit der Bundeswehr. Mit der Rückkehr zur Landes- und Bündnisverteidigung, steigenden Resilienzanforderungen sowie wachsender Elektrifizierung militärischer Fähigkeiten entwickelt sich Energie zunehmend zu einer strategischen Schlüsselfähigkeit. Gleichzeitig steht die Bundeswehr vor strukturellen Herausforderungen: veraltete Infrastruktur, begrenzte Planungs- und Umsetzungskapazitäten, langwierige Vergabeprozesse sowie hoher Investitionsbedarf bremsen notwendige Modernisierungsschritte.

Der Beitrag argumentiert, dass die Bundeswehr zur Bewältigung dieser Herausforderungen auf ein bewährtes Organisations- und Beschaffungsprinzip zurückgreifen kann: Performance Based Logistics (PBL). Ziel ist es, die Übertragbarkeit leistungsbasierter Vertragslogiken auf die Energieversorgung zu analysieren und daraus ein tragfähiges „Energy Infrastructure as a Service“-Modell abzuleiten.

Ausgangspunkt ist eine Analyse etablierter PBL-Ansätze innerhalb der Bundeswehr, insbesondere in Logistik, Instandhaltung und IT-nahen Dienstleistungen. Diese Erkenntnisse werden auf die Energieversorgung übertragen und durch Vergleiche mit internationalen Streitkräften sowie zivilen Betreibern kritischer Infrastrukturen ergänzt, in denen leistungs- und verfügbarkeitsbasierte Modelle bereits etabliert sind. Ziel ist es, übertragbare Prinzipien, Erfolgsfaktoren und Anwendungsgrenzen herauszuarbeiten.

Kernthese ist, dass Energieversorgung nicht primär als Bau- oder Investitionsprojekt verstanden werden sollte, sondern als Leistungsversprechen. Analog zu PBL-Modellen beschafft die Bundeswehr nicht physische Infrastruktur, sondern garantierte Verfügbarkeit – etwa definierte Strom- und Wärmebereitstellung, Autarkiegrade oder Wiederanlaufzeiten. Planung, Finanzierung, Errichtung und Betrieb werden an industrielle Partner übertragen, während die Bundeswehr Anforderungen und sicherheitsrelevante Rahmenbedingungen festlegt.

Dieser Ansatz reduziert Komplexität, minimiert Schnittstellen und richtet Anreize auf Ergebnisqualität aus. Zugleich ermöglicht er die schnellere, integrierte Einführung moderner Technologien wie Microgrids, modulare Eigenerzeugung, Energiespeicher und intelligente Steuerungssysteme. Leistungskennzahlen fungieren dabei als zentraler Mechanismus zur vertraglichen Absicherung von Resilienz, Wirtschaftlichkeit und militärischen Anforderungen.

Der Beitrag zeigt, dass die Übertragung von PBL-Prinzipien auf die Energieversorgung einen Transformationspfad darstellt. Leistungsorientierte Energy Services können interne Kapazitäten entlasten, Umsetzungsgeschwindigkeit erhöhen und Resilienz mess- und steuerbar machen. Gleichzeitig werden zentrale Voraussetzungen identifiziert: klare Governance-Strukturen, Sicherstellung sicherheitsrelevanter Anforderungen, transparente Leistungskennzahlen sowie Pilotprojekte zur schrittweisen Implementierung.

Der Beitrag ordnet sich in das Forum „Energieversorgung der Bundeswehr“ ein, indem er technologische Diskussionen um eine organisations- und beschaffungsstrategische Perspektive ergänzt. Er knüpft an bestehende PBL-Erfahrungen an und schlägt eine Brücke zwischen militärischen Bedarfen und industriellen Lösungsangeboten. Ziel ist es, eine belastbare Grundlage für neue Kooperations- und Beschaffungsmodelle zu schaffen und Energieversorgung als leistungsorientierte Fähigkeit der Bundeswehr weiterzuentwickeln.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Modellierung inselbetriebsfähiger Mikronetze für autonome, resiliente Energieversorgung

Veronica Maier, Technical University of Cluj-Napoca

Taktische Mikronetze stellen eine kritische Komponente zur Unterstützung operativer Fähigkeiten dar, da sie einen autonomen Betrieb, Stabilität im Inselbetrieb sowie eine robuste Leistungsfähigkeit bei Komponententalterung, logistischen Restriktionen und beabsichtigten Störungen gewährleisten müssen. Der Beitrag stellt eine Methodik zur fortgeschrittenen Modellierung und Simulation hybrider militärischer Mikronetze (Diesel, elektrochemische Speicherung, erneuerbare Quellen) vor, ausgerichtet auf die Bewertung der Systemresilienz und die fundierte Ableitung von Auslegungs- und Betriebsentscheidungen.

Das Modell integriert dynamische Repräsentationen von (i) Dieselgeneratoren (Kennlinien, Start-/Stoppdynamik, lastabhängige Effizienz, thermische und mechanische Grenzen), (ii) Speichersystemen (Lade-/Entladeprozesse, Wirkungsgrade, Strombegrenzungen, Degradation und teilweiser Kapazitätsverlust) sowie (iii) erneuerbaren Energiequellen (zeitliche Variabilität und Intermittenz). Verbraucher werden in Klassen operativer Kritikalität modelliert, um eine formalisierte Priorisierung und kontrollierte Lastabwürfe zu ermöglichen.

Simuliert werden operative Szenarien wie der plötzliche Ausfall jeweils einer primären Quelle, schnelle Lastanstiege, Verzögerungen in der Kraftstoffversorgung, ein längerer Betrieb im „Silent“-Modus sowie sukzessive Komponentenausfälle. Zu den erwarteten Ergebnissen zählen die Identifikation kritischer Betriebspunkte und überbeanspruchter Komponenten, die Bestimmung realer Autonomiegrenzen für kritische Lasten und für den Vollbetrieb sowie die Analyse des Übergangs in einen Störfallbetrieb (kontrolliert vs. chaotisch). Bereitgestellt werden Autonomiekennlinien, energetische Risikokarten, Architekturvergleiche und technisch-operative Handlungsempfehlungen auf Basis der durchgeführten Simulationen.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Resiliente Liegenschaftsenergiekonzepte für autarke kritische Energieversorgung

Arjun Vijay, Universität der Bundeswehr München

Während Emissionsreduktion und Klimaschutz in den vergangenen Jahren die zentrale Motivation für die Transformation des Energiesektors darstellten, gewinnt vor dem Hintergrund aktueller geopolitischer Entwicklungen zunehmend auch die Resilienz gegenüber Versorgungsunterbrechungen an Bedeutung. Dies gilt insbesondere für militärische Liegenschaften, bei denen ein jederzeit verlässlicher Zugang zu Energie essenziell für die Aufrechterhaltung kritischer Fähigkeiten ist. Die jüngste Sabotage von Stromleitungen in Berlin verdeutlicht zusätzlich die Dringlichkeit resilienter Versorgungskonzepte. Die Integration dezentraler erneuerbarer Energiesysteme kann grundsätzlich eine weitgehende Unabhängigkeit von externer Energie- und Kraftstofflogistik ermöglichen. Allerdings ist deren Umsetzung häufig mit erheblichen Investitionskosten verbunden. Daher erfordert die Planung von Energiesystemen für militärische Liegenschaften ein Priorisierungsschema, das Energieverbraucher entsprechend ihrer Kritikalität klassifiziert und differenzierte Autarkieziele definiert. Das an der UniBw entwickelte CORE-Modell (siehe Abbildung 1) bildet ein solches Priorisierungsschema ab. Ein zentraler Aspekt dieses Modells ist die Sicherstellung einer vollständigen Autarkie für kritische Fähigkeiten, die den Kategorien Critical CORE und Secure CORE zugeordnet sind. Der Bereich Critical CORE erfordert darüber hinaus eine zeitunabhängige (horizontale) Autarkie, die auf lokal verfügbaren Erzeugungspotenzialen basiert und Redundanz gegenüber Komponentenausfällen aufweist.

Um erste Abschätzungen generischer autarker Energiekonzepte für Bundeswehrliegenschaften zu entwickeln, die die komplexen tages- und saisonalen Schwankungen zwischen Energieerzeugung und -verbrauch sowie die technologischen Eigenschaften von Energiesystemen berücksichtigen, können techno-ökonomische Simulationen eingesetzt werden. Diese ermöglichen die Auslegung und Betriebsoptimierung von Erzeugungs-, Speicher- und Wandlungssystemen anhand definierter Optimierungsziele wie Kostenminimierung, Emissionsminimierung oder der Maximierung des Autarkiegrades. Allerdings ist die Modellierung von Autarkie in den meisten Simulationsumgebungen nicht ausreichend, um eine horizontale Autarkie für kritische Fähigkeiten zu gewährleisten. Häufig erfolgt die Optimierung lediglich auf Basis einer durchschnittlichen Jahresautarkie. Die daraus resultierende Problematik ist in der dargestellten Simulation einer beispielhaften Bundeswehrliegenschaft ersichtlich (siehe Abbildung 1): Obwohl das System eine durchschnittliche Jahresautarkie von 83 % in der Simulation erreicht hat, treten insbesondere in den Wintermonaten wiederholt starke Autarkieeinbrüche auf, bei denen die Autarkie über mehrere Tage auf 0 % absinkt. Zur Lösung dieses Problems wird die Autarkiemodellierung innerhalb der an der UniBw eingesetzten Simulationsumgebung LEC ENERSim erweitert, indem eine Mindestautarkie für jeden einzelnen Zeitschritt als zusätzliche Nebenbedingung implementiert wird. Diese Mindestautarkie entspricht einem Critical CORE-Anteil von 30 %. Anschließend werden Systemauslegung und Betriebsstrategie der beispielhaften Liegenschaft erneut kostenoptimal ausgelegt, um die kostengünstigste Lösung zu identifizieren, die eine unterbrechungsfreie Versorgung des Critical CORE ohne Autarkieeinbrüche sicherstellt. Abschließend werden die techno-ökonomischen Kennwerte dieser Topologie mit denen eines Systems verglichen, dessen Optimierung ausschließlich auf eine durchschnittliche Jahresautarkie ausgerichtet ist.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Neue Energie für BW-Standorte: Selbst, Autark, multiFuel, Effizient (SAFE)

Gerrit Koll, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Die Versorgungsaufgabe an Bundeswehrstandorten umfasst die Bereitstellung von Strom (für Personal, Maschinen, Einrichtungen), Wärme (für Unterkünfte, Hallen, Einrichtungen und Prozessen), Kälte (für Klimatisierung von Büros und Unterkünfte, Nahrungsmittel, Medikamente, Prozesse) sowie möglicherweise die eigene Erzeugung von Treibstoffen (für Fahrzeuge & Maschinen) und die Versorgung von Elektrofahrzeugen.

Die wichtigsten speziellen Anforderungen für militärische Einrichtungen sind dabei eine robuste, zuverlässige und resiliente Versorgung, möglichst autark, mit redundanten Medien, durch sichere und unabhängige Lieferketten. Daneben soll eine moderne Versorgung auch kosteneffizient und umweltfreundlich erfolgen.

Der Vortrag gibt Einblicke über eine Reihe von modernen Technologieoptionen aus der zivilen Anwendung bei der Versorgung von industriellen Standorten unter Einsatz autarker Erneuerbarer Energien, Nutzung verschiedener Speichertechnologien und modernen Kraftwerkstechnologien wie H2 Motoren, Brennstoffzellen, Wärmepumpen und Turbinen.

Vor- und Nachteile einzelner Versorgungstechnologien im Hinblick auf die speziellen Anforderungen für militärische Einrichtungen wie Bundeswehrstandorte werden beleuchtet und konkrete konzeptionelle Vorschläge vorgestellt.

Ziel ist es im Anschluss an den Vortrag gemeinsam mit interessierten Bundeswehrstandorten konkrete Lösungen für die künftige Standortversorgung weiter auszuarbeiten und vorzuschlagen, auf der Basis moderner Versorgungstechnologien unter Berücksichtigung der konkreten Bedarfsfälle und speziellen Anforderungen der Standorte und unter Einsatz des beim DLR vorhandenen Know-Hows.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Kurzfassung der Vorträge (in order of appearance)

Herausforderungen und Lösungsansätze für eine sichere und resiliente Energieversorgung

Prof. Dr. Martin Braun, Fraunhofer IEE

Angesichts zunehmender sicherheitspolitischer Krisen, hybrider Bedrohungen und klimatisch bedingter Extremereignisse wird eine sichere und resiliente Energieversorgung zu einer zentralen Voraussetzung militärischer Einsatz- und Durchhaltefähigkeit.

Der (KeyNote-/Einführungs-/Überblicks-)Vortrag zeigt auf, wie Erkenntnisse und Technologien aus der zivilen Energie- und Netzwirtschaft systematisch für militärische Anwendungen nutzbar gemacht werden können. Anhand realer Stör- und Krisenszenarien – von großflächigen Blackouts (z.B. Spanien) bis zu lokalen Stromausfällen (z.B. Berlin) – werden zentrale technische, organisatorische und strategische Verwundbarkeiten aufgezeigt.

Im Mittelpunkt stehen Lösungsansätze für eine resilient ausgelegte Energieversorgung, darunter autarkiefähige Microgrid-Architekturen, Inselnetzbetrieb, Netzwiederaufbaukonzepte sowie der Einsatz digitaler Lagebilder zur Bewertung der Versorgungssituation Kritischer Infrastrukturen. Ziel des Vortrags ist es, einen gemeinsamen strategischen Rahmen für die folgenden Beiträge des Symposiums zu setzen und zentrale Handlungsfelder für eine krisenfeste und zukunftsfähige Energieversorgung zu identifizieren.

Schwerpunkte des Vortrags:

1. Krisen- und Störszenarien als Referenzrahmen

Lehren aus realen Blackout- und Ausfallsituationen; Übertragbarkeit auf militärische Anforderungen.

2. Systemische Lösungsansätze für Resilienz und Autarkie

z.B. Microgrids, Inselnetzbetrieb, Netzwiederaufbau, netzbildende Systeme, hybride Architekturen.

3. Bewertung, Lagebilder und Entscheidungsunterstützung

Kriterien, Resilienzmetriken und digitale Lagebilder zur Bewertung der Versorgungssicherheit Kritischer Infrastrukturen.

Hintergrund:

Das Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE entwickelt seit über 25 Jahren gemeinsam mit Netzbetreibern, Anlagenherstellern und öffentlichen Auftraggebern Lösungen für eine sichere und resiliente Energieversorgung. Die Arbeiten umfassen unter anderem netzbildende Stromrichter, Inselnetz- und Microgrid-Konzepte mit Batterien und erneuerbaren Energien, Verfahren für Netzwiederaufbau und Schwarzstart, Methoden zur Bewertung und Verbesserung der Systemstabilität in stromrichterdominierten Netzen sowie digitale Werkzeuge für vorausschauende Betriebsführung. Ergänzt werden diese durch KI-basierte Ansätze zur Situationsanalyse und Lageverbesserung, die eine belastbare Entscheidungsunterstützung auch unter Unsicherheit ermöglichen.

Poster A3

Energieversorgung von Bundeswehrliegenschaften und grünes Kerosin - Arbeiten der FH Westküste

Prof. Dr. Oliver Opel, FH Westküste

Zielsetzung und Relevanz des Themas: Die FH Westküste forscht mit dem ITE – Institut für die Transformation des Energiesystems u.a. an vorselektierten Lösungstechniken für Gebäude und Liegenschaften sowie an der Nutzung erneuerbarer Energien in den Sektoren. Ein Schwerpunkt liegt in anwendungsorientierten Arbeiten zur Ermöglichung einer wasserstoffgetriebenen CO₂-Kreislaufwirtschaft.

Methodischer Ansatz und Herangehensweise: Anwendungsorientierte Kooperationsprojekte mit dem Gebäudemanagement Schleswig-Holstein AÖR (GMSH) der Entwicklungsagentur Region Heide, Raffinerie Heide und mehr als 60 weitere Forschungspartner.

Zentrale Inhalte und Argumentationslinien: Die GMSH betreut im Bereich Bundesbau die Liegenschaften der Bundeswehr in Schleswig-Holstein. Im Rahmen der Kooperation im dualen Studium werden regelmäßig Bachelorarbeiten zur energetischen Ertüchtigung der Kasernenliegenschaften durchgeführt. Hierbei wird eine Vielzahl an unterschiedlichen Konzepten in den Bereichen Wärme inkl. Trinkwarmwasser, Elektro und energetische Sanierung erarbeitet, die zum Teil wegberetend für die Umsetzung sind. Die Raffinerie Heide stellt u.a. Kerosin für den Flughafen Hamburg her. Im Projekt KeroSYN100 wird die Herstellung von Kerosin über die Methanolroute erprobt. Das ITE beschäftigt sich u.a. mit der Bereitstellung von CO₂ für die chemische Synthese von flüssigen Energieträgern und chemischen Grundstoffen.

Ergebnisse: Obwohl Kasernenliegenschaften, Unterkünfte, Büros sowie Werkstätten, typischerweise einen alten Gebäudebestand und hohe Wärmebedarfe aufweisen, lassen sich diese Liegenschaften durch den Einsatz von Technologien wie Deckenstrahlplatten, gezielte energetische Ertüchtigung und Einbindung von Elementen wie Eisspeichern und kalten Nahwärmenetzen, Photovoltaikanlagen und ertüchtigte elektrische Versorgungsstrukturen durchaus auf erneuerbare Energien mit hohem Autarkiegrad umrüsten. Eine besondere Herausforderungen stellen Trinkwarmwasserbedarfe von Unterkunftsgebäuden dar, für die passende und innovative Konzepte mit der Einbindung von Speichern, Vorerwärmung aus low-exergy-Netzen und Nacherhitzung bspw. mit Luft-Wasser-Wärmepumpen gefunden werden konnten, die effizientere Energienutzungen aufweisen als bspw. Wasser-Wasser-Wärmepumpen.

CO₂-Potentiale für die wasserstoffbasierte Synthese von flüssigen Energieträgern bestehen aus Biomasse (Verbrennung holzartiger Biomasse, Biomechananaufbereitung) sowie industriellen Punktquellen neben der teuersten, aber als wildcard nutzbaren Variante DAC (direct air capture). Es ergibt sich in der Erhebung tendenziell eine CO₂-Knappheit in einem defossilisierten Wirtschaftssystem, die ein möglichst geplantes Vorgehen nahelegt, um ausreichend Ressourcen für eine resiliente Versorgung der Streitkräfte sicherzustellen.

Einordnung in den Gesamtkontext der Konferenz: Erneuerbare Energien tragen deutlich zur Resilienz und Energieunabhängigkeit bei. Besonders interessant sind aus erneuerbaren Energien hergestellte flüssige, vielseitig verwendbare Energieträger wie bspw. Methanol, das als Energieträger und Grundlage für die Produktion verschiedener chemischer Erzeugnisse dient. Aus erneuerbaren Energien hergestelltes erhöht es die Unabhängigkeit von Importen und ermöglicht durch seine hohe Energiedichte die sichere Bevorratung als Backup und Rohstoff bspw. für die Kraftstoffproduktion.

ITE
Institut für die Transformation des Energiesystems

FH Westküste
Wissenschaft und Technik

Optionen für die energetische Optimierung und klimaneutrale Versorgung von Bundeswehrliegenschaften

O. Opel¹, M. Wiegand¹
¹Fachhochschule Westküste, Institut für die Transformation des Energiesystems (ITE), Markt 18, 25746 Heide, ite@fh-westkueste.de



Problembestimmung
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Ziel der Arbeiten
Die Zielsetzung der Arbeiten besteht darin, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen. Dies wird durch die Analyse der energetischen Optimierung von Gebäuden und die Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Optimierung von Gebäuden erreicht.

Unterschiedliche Gebäude und Nutzungen
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.


Wärmespeicherlösung
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Ergebnisse und Erläuterungen
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Methanol als Grundstoff
Methanol ist ein wichtiger Grundstoff für die Herstellung von Kraftstoffen und chemischen Erzeugnissen. In diesem Projekt wird die Herstellung von Methanol aus erneuerbaren Energien untersucht. Ziel ist es, die Herstellung von Methanol aus erneuerbaren Energien zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Potenziale
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.



ITE
Institut für die Transformation des Energiesystems

FH Westküste
Wissenschaft und Technik

Grünes Methanol als Backup und Grundstoff für die resiliente Kraftstoffversorgung

O. Opel¹, M. Wiegand¹
¹Fachhochschule Westküste, Institut für die Transformation des Energiesystems (ITE), Markt 18, 25746 Heide, ite@fh-westkueste.de


Problembestimmung
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Methoden als Backup und Grundstoff
Methanol ist ein wichtiger Grundstoff für die Herstellung von Kraftstoffen und chemischen Erzeugnissen. In diesem Projekt wird die Herstellung von Methanol aus erneuerbaren Energien untersucht. Ziel ist es, die Herstellung von Methanol aus erneuerbaren Energien zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Potenziale
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Methanol als Grundstoff
Methanol ist ein wichtiger Grundstoff für die Herstellung von Kraftstoffen und chemischen Erzeugnissen. In diesem Projekt wird die Herstellung von Methanol aus erneuerbaren Energien untersucht. Ziel ist es, die Herstellung von Methanol aus erneuerbaren Energien zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.

Potenziale
Die energetische Optimierung von Gebäuden ist ein komplexes Problem, das von vielen Faktoren beeinflusst wird. In diesem Projekt wird die energetische Optimierung von Gebäuden im Bereich der Bundeswehr untersucht. Ziel ist es, die energetische Optimierung von Gebäuden zu verbessern und die Klimaneutralität zu erreichen.





Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Poster A5

Resiliente und autarke militärische Energiesysteme durch flexible Energiebereitstellung und -abnahme

Prof. Dr. Julian Jepsen, Helmut-Schmidt-Universität - Universität der Bundeswehr Hamburg

Die internationale sicherheits- und verteidigungspolitische Lage verdeutlicht zunehmend die strategische Bedeutung einer resilienten Energieversorgung für militärische Strukturen. Erfahrungen aus internationalen Krisen, hybriden Bedrohungslagen und Angriffen auf kritische Infrastrukturen zeigen, dass Energieversorgungssysteme gezielt verwundbar gemacht werden können. Auch auf nationaler Ebene haben jüngste Stromausfälle in urbanen Räumen die Abhängigkeit von zentralen Netzinfrastrukturen und deren begrenzte Robustheit aufgezeigt. Vor diesem Hintergrund muss die Energieversorgung militärischer Liegenschaften und Einsatzstellen auch bei Ausfall externer Netze zuverlässig, autark und resilient gewährleistet sein, um Einsatz- und Durchhaltefähigkeit sicherzustellen.

Der Beitrag adressiert diese Anforderungen anhand der Ergebnisse der dtec.bw-Forschungsprojekte OptiFlex und Digi-HyPro.

Im Projekt Digi-HyPro wurde ein modulares und skalierbares Energiesystem zur Energiebereitstellung entwickelt, welches Strom-, Gas-, Wärme- und Mobilitätsnetz miteinander koppelt. Ein zentrales und innovatives Element ist die Wasserstoffspeicherung und -kompression mittels Metallhydriden, die eine sichere, kompakte und langzeitstabile Speicherung und Bereitstellung von Wasserstoff als Energieträger für verschiedenste mobile und stationäre Anwendungen ermöglichen.

Durch das Projekt OptiFlex wird zudem gezeigt, wie auch durch eine Flexibilisierung auf der Seite der Energieabnahme die Resilienz und Robustheit gesteigert werden kann. Im Projekt wurden modellbasierte Optimierungsansätze zur Planung und prädiktiven Betriebsführung energetisch flexibler Anlagen entwickelt und auf reale Systeme übertragen. Berücksichtigt werden hierbei technische Randbedingungen, Speicherzustände, Lastprofile und unterschiedliche Versorgungs- und Störszenarien.

In der Zusammenschau verdeutlicht der Beitrag, wie die Kombination aus flexibler Energiebereitstellung und intelligenter, optimierungsbasierter Energieabnahme einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung von Autarkie, Resilienz und operativer Handlungsfreiheit militärischer Energiesysteme leisten kann.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Poster A6

H2MicroGrid - Autarke Energieversorgung von Standorten durch Wasserstoff

Dr. Dirk Burkhard, HYDAC International

Die fortschreitende Energiewende und der damit verbundene massive Ausbau erneuerbarer Energien stellen Industrie, Kommunen und öffentliche Einrichtungen vor neue technische, wirtschaftliche und regulatorische Herausforderungen. Insbesondere der steigende Anteil volatiler Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windkraft führt zunehmend zu Netzengpässen, abgeregelten Einspeisungen, negativen Strompreisen sowie sinkenden Erlösen aus der Direktvermarktung. Gleichzeitig wächst der Bedarf an Versorgungssicherheit, Energieautarkie und langfristigen Speicherlösungen, um Lastspitzen, saisonale Schwankungen und steigende CO₂-Kosten zu bewältigen. Vor diesem Hintergrund adressiert das vorgestellte Entwicklungsprojekt die Frage, wie lokale Energiesysteme durch den Einsatz wasserstoffbasierter MicroGrids nachhaltig, wirtschaftlich und skalierbar gestaltet werden können.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung dezentraler, containerisierter Wasserstoff-MicroGrids im Sub-Megawatt-Bereich, die eine ganzheitliche Energieversorgung von Standorten ermöglichen. Der Fokus liegt auf der lokalen Umwandlung von überschüssigem erneuerbarem Strom in Wasserstoff mittels Elektrolyse, der langfristigen Speicherung dieses Energieträgers sowie seiner flexiblen Nutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung oder als Prozessgas. Auf diese Weise soll eine signifikante Erhöhung des Eigenverbrauchs erneuerbarer Energien, eine Entlastung der öffentlichen Netzinfrastruktur und eine Steigerung der Energieautarkie erreicht werden.

Methodisch basiert der Ansatz auf der systemischen Kopplung mehrerer Energiesektoren innerhalb eines integrierten Gesamtsystems. Zentrale technologische Komponenten sind Elektrolyseure, Verdichtungs- und Speichertechnologien, Brennstoffzellen beziehungsweise wasserstoffbetriebene Blockheizkraftwerke sowie ein intelligentes Thermo- und Energiemanagement. Ergänzt wird der Ansatz durch modulare, standardisierte Systemarchitekturen, die eine schnelle Umsetzung, geringe Genehmigungshürden und eine flexible Skalierung ermöglichen. Die Entwicklung erfolgt praxisnah in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, die zugleich als Anwendungs- und Referenzstandorte dienen.

Inhaltlich zeigt das Projekt, dass wasserstoffbasierte MicroGrids weit über die Funktion klassischer Stromspeicher hinausgehen. Durch die integrierte Kraft-Wärme-Kopplung kann neben elektrischer Energie auch nutzbare Prozess- und Gebäudeabwärme bereitgestellt werden, was den Gesamtwirkungsgrad des Systems deutlich erhöht. Darüber hinaus eröffnet die stoffliche Nutzung von Wasserstoff zusätzliche wirtschaftliche Potenziale, etwa in industriellen Fertigungsprozessen oder in der Mobilität. Konkrete Demonstrationsprojekte mit unterschiedlichen Leistungsgrößen belegen die technische Machbarkeit und die Übertragbarkeit des Konzepts auf verschiedene Anwendungsfälle.

Als zentrale Erkenntnis zeichnet sich ab, dass dezentrale H₂-MicroGrids einen wirksamen Beitrag zur Lösung aktueller Herausforderungen des Energiesystems leisten können. Sie verbinden erneuerbare Energieerzeugung, Langzeitspeicherung und sektorenübergreifende Nutzung in einem lokal optimierten Gesamtsystem. Im Kontext der Konferenz ordnet sich der Beitrag als praxisorientiertes Beispiel für resiliente, dezentrale und wasserstoffbasierte Energiesysteme ein und zeigt auf, wie Industrie und öffentlicher Sektor die Energiewende aktiv und wirtschaftlich gestalten können.

Poster A7

Biomassebasierter Methanol als Rohstoff der Kraftstoffherstellung

Dr. Andreas Bösmann, Institut für Chemische Reaktionstechnik

Die Herstellung nachhaltiger Flugkraftstoffe (SAF) sowie weiterer biobasierter Kraftstoffe gewinnt im Kontext der Defossilisierung des Energiesektors zunehmend an Bedeutung. Methanol stellt dabei einen besonders interessanten Ausgangsstoff dar, da es als vielseitige Plattformchemikalie in etablierten Syntheserouten wie Methanol-to-Gasoline, Methanol-to-JetFuel etc. zu flüssigen Kraftstoffen weiterverarbeitet werden kann. Die Nutzung von Methanol aus biogenen Quellen als zentralem Zwischenprodukt für die Kraftstoffsynthese bietet das Potenzial für eine skalierbare, nachhaltige und unabhängige Kraftstoffversorgung.

Im Mittelpunkt steht das OxFA-Verfahren, das eine direkte und effiziente Verwendung eines breiten Spektrums lignocellulosischer und anderer biogener Rohstoffe unter vergleichsweise milden Reaktionsbedingungen ermöglicht. In einem ersten Schritt wird Biomasse mittels katalytischer Oxidation in Wasser als Lösemittel selektiv zu Ameisensäure umgesetzt. Diese wird anschließend zu Methylformiat weiterverarbeitet, bevor in einem abschließenden Schritt durch Hydrogenolyse Methanol erzeugt wird. Ein wesentliches Merkmal des Prozesses ist die Integration erneuerbarer Ressourcen: Der für die Oxidation benötigte Sauerstoff sowie der für die Hydrogenolyse erforderliche Wasserstoff werden durch Wasserelektrolyse bereitgestellt. Die Nutzung beider Gase aus der Elektrolyse sorgt für eine hohe energetische Effizienz des Verfahrens. Die gute Lastwechselfähigkeit des Verfahrens ermöglicht den Betrieb an fluktuierenden Energiequellen wie Solar- oder Windenergie.

Ein weiterer zentraler Vorteil liegt in der nahezu ubiquitären Verfügbarkeit biogener Rohstoffe, wodurch eine signifikante Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Energieimporten erreicht werden kann.

Aus dem erzeugten Methanol können in bekannten Verfahren effizient Kraftstoffe hergestellt werden können, die als Drop-in-Ersatz unmittelbar in bestehende Infrastruktur für fossile Brennstoffe integrierbar sind. Dadurch entfällt die Notwendigkeit umfangreicher Anpassungen in Transport-, Speicher- und Nutzungssystemen.

Darüber hinaus erweist sich das Gesamtsystem als autark, sofern es konsequent an lokal verfügbare erneuerbare Energiequellen gekoppelt wird. Dies ermöglicht eine nahezu geschlossene, nachhaltige Prozesskette von der Biomasse bis zum fertigen Kraftstoff. Zusätzlich können die im Prozess entstehenden Zwischenprodukte Ameisensäure und Methylformiat bereits heute zu etablierten industriellen Wertschöpfungsketten beitragen, wodurch eine wirtschaftliche Integration in bestehende Märkte erleichtert wird. Insgesamt zeigt sich, dass das OxFA-basierte System zur Methanolsynthese aus Biomasse eine vielversprechende Grundlage für eine flexible, nachhaltige und resiliente Kraftstoffproduktion darstellt.

Biomassebasierter Methanol als Rohstoff der Kraftstoffherstellung OxFA
 Dr. Andreas Bösmann¹, Matthias Schmidt², Florian Köhler³
¹Institut für Chemische Reaktionstechnik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
²OxFA GmbH, Alte Ziegerei, Schellitz
³FAU

Der OxFA-MeOH-Prozess

Der OxFA-MeOH-Prozess¹⁾ ermöglicht die **dezentrale, lastflexible** Herstellung von Energiergasen unter **synergistischer** Nutzung von elektrolytischem Wasserstoff und Sauerstoff. Im ersten Schritt erfolgt die effiziente katalytische Umwandlung von nasser Biomasse zu Ameisensäure unter milden Reaktionsbedingungen (OxFA-Prozess²⁾. Die polymerisierten Polymersäurekatalysatoren werden durch eine hohe Selektivität aus und können effizient recycelt werden. Als entscheidender technologischer Vorteil dient diese Überführung der nassen Biomasse in definierte, flüssige und lagerfähige Zwischenprodukte, die in einem darauffolgenden Schritt durch katalytische Hydrierung energieeffizient zu Methanol weiterverarbeitet werden.

Rohstoffe

Für den OxFA-Prozess eignet sich ein breites Spektrum an biogenen Rohstoffen und Abfallstoffen, wodurch Nutzungskonkurrenzen zur Lebensmittel- und Futtermittelproduktion vermindert werden. Im Fokus stehen vor allem flüssige Nebenströme aus bestehenden Verfahren (z.B. Bioethanolproduktion).
 Aber auch lignocellulose Materialien wie Waldrestholz, Stroh, Stroh und andere landwirtschaftliche Nebenprodukte sind geeignet. Besonders vorteilhaft ist die hohe Flexibilität gegenüber Feuchtigkeit. Diese Flexibilität bei der Rohstoffwahl erhöht die lokale Versorgungssicherheit und ermöglicht eine dezentrale Wertschöpfung.

Vergleich Methanolherstellung

Herstellungsweg	CO ₂ -Emissionen (t/t MeOH)	Wasser (t/t MeOH)	Strom (kWh/t MeOH)	Land (ha/t MeOH)	Flughafen (t/t MeOH)
Herstellung aus Biomasse	~10	~10	~10	~10	~10
Herstellung aus Erdgas	~10	~10	~10	~10	~10
Herstellung aus Erdgas (mit CCS)	~10	~10	~10	~10	~10
Herstellung aus Erdgas (mit CCS + Biomethan)	~10	~10	~10	~10	~10
Herstellung aus Biomasse (mit CCS)	~10	~10	~10	~10	~10
Herstellung aus Biomasse (mit CCS + Biomethan)	~10	~10	~10	~10	~10

Der Vergleich der verschiedenen Verfahren zur Methanolherstellung zeigt das vorteilhafte Profil des OxFA-Prozesses:
 - Niedrige Temperaturen und Drücke
 - Im Vergleich zu anderen nachhaltigen Verfahren konkurrenzfähige Produktionskosten
 - Gute Lastwechselfähigkeit für Betrieb mit erneuerbaren Energien

Wertschöpfung & Markt

- Erhöhte Energieeffizienz durch Nutzung von O₂ und H₂ aus dem Elektrolyseur
- Alle Produkte aus den Verfahren (Methanol, Ameisensäure und Methylformiat) haben existierende fossile Märkte
- Zukünftige Märkte umfassen die Herstellung von SAF und die Nutzung von Methanol als Treibstoff und Energieträger

Prognostizierter nachhaltiger Methanolbedarf von ca. 400 Mio. Tonnen in 2050³⁾

Zusammenfassung

- Neues, innovatives Verfahren zur Herstellung von Grundchemikalien und Energiergasen aus Biomasse und Gülle
- Gesteigerte Flexibilität durch die synergistische Nutzung von Sauerstoff und Wasserstoff aus dem Elektrolyseur
- Die Zwischenprodukte der Methanolherstellung können in etablierten Märkten die fossilen Produkte ersetzen.
- Auslastung durch die Rückgewinnung von Wasser aus elektrolytischer Biomasse für die Elektrolyse
- Hohe Methanoleinheit durch einfach zu erzeugende Zwischenprodukte
- Erhöhte Resilienz und Unabhängigkeit von Importen durch Nutzung eigener, durch erneuerbare Biomassen

FAU
 Friedrich-Alexander-Universität
 Technische Fakultät

Dr. Andreas Bösmann
 Lehrstuhl für Chemische Reaktionstechnik
 E-Post: abo@chemie.uni-erlangen.de
 91058 Erlangen
 www.ict.fhn.uni-erlangen.de

Prof. Dr. Matthias Schmidt
 OxFA GmbH, Geschäftsführer
 Alte Ziegerei
 Schellitz
 91058 Erlangen
 www.oxfa.de

1) Patent an der FAU
 2) Weitere Informationen: www.oxfa.de
 3) Prognose basierend auf dem Bericht 'Sustainable Aviation Fuels' von Global Infrastructure Anti-Corruption Centre (GIACC) 2021, S. 10. Weitere Informationen: www.giacc.com

Poster A8

Autarke Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff auf einer schwimmenden Offshore-Anlage

Nils Gommel, Technische Universität Hamburg

Die autarke Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff auf einer schwimmenden Offshore-Windkraftplattform bietet ein einzigartiges Potential, die Energieversorgung der Bundeswehr resilienter, unabhängiger und sicherer zu gestalten. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat das ProHyGen-Konsortium eine robuste Technologie entwickelt, welche die durch Windkraft gewonnene elektrische Energie zur Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse nutzt. An Bord der Windkraftplattform wird der Wasserstoff an einen flüssigen organischen Wasserstoffträger (engl. Liquid Organic Hydrogen Carrier, LOHC) gebunden. Die chemische Bindung des Wasserstoffs an den LOHC ermöglicht eine sichere und verlustfreie Speicherung.

Die Anlage selbst ist autark und wird autonom betrieben. Es wird daher keine vorinstallierte

Infrastruktur, wie Pipelines oder Kabel benötigt, um einen Offshore-Wasserstoffpark von nahezu beliebiger Größe zu betreiben. Die Plattformen können im Krisenfall aus gefährdeten Seegebieten verlegt und der Betrieb an sichereren Standorten fortgesetzt werden.

Der wasserstoffbeladene LOHC wird mit konventionellen Shuttletankern zur Küste unter Nutzung bestehender Hafen-, Lager- und Kraftstoffinfrastruktur transportiert und reduziert so den Bedarf an neuen, spezialisierten Wasserstofftransport- und Speicherketten.

Am Ort der Nutzung, z.B. in militärischen Liegenschaften, Häfen oder einsatznahen Logistikknoten, wird der Wasserstoff durch Dehydrierung bedarfsgerecht freigesetzt und kann für synthetische Kraftstoffketten, zur Strom- und Wärmebereitstellung oder für Brennstoffzellensysteme eingesetzt werden.

Das Konzept stärkt die operative Handlungsfreiheit, indem kritische Abhängigkeiten von importierten fossilen Energieträgern und verwundbarer Landinfrastruktur verringert werden und gleichzeitig eine skalierbare, modulare Eigenerzeugung aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt wird.

Insgesamt adressiert der Ansatz zentrale militärische Anforderungen an Autarkie, Resilienz und Versorgungssicherheit und eröffnet zugleich eine technisch anschlussfähige Option zur langfristigen Transformation der militärischen Energieversorgung hin zu treibhausgasarmen Systemen.

Skizze des Vortrags:

- Einführung in das Konzept ProHyGen
- Aufbau: Plattform, Windenergieanlage, Prozesstechnik, LOHC
- Transportwege
- Nutzung an einem oder zwei Beispielen
- Wirtschaftlichkeit
- Zusammenfassung

Autarke Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff auf einer schwimmenden Offshore-Anlage (ProHyGen)

Flexibel einsetzbar
Infrastrukturunabhängig
Importunabhängig
Resilient gegen Störung
Wertschöpfend
Verlässlich

Schwimmende Struktur, hoher Energieertrag durch Einsatz in windreichen Gebieten
 keine Flächenkonkurrenz und gut schützbarer Installationsort

Wettbewerbsfähiger Preis und Stärkung deutscher Industrie

Maximale Resilienz gegen Störungen und Redundanz durch unabhängige, autonome 15 MW-Einheiten

Nutzung vorhandener Kraftstofflogistik für LOHC-Transport

Keine Speicherverluste durch Abwärmenutzung von E-Fuel-Prozessen

Realisierungszeitplan
 2027 Prototyp
 2030 Pilot
 2035 Park

Wertschöpfungskette

Windenergie – Eine exponierte Meereshorizontale Plattform ist ideal geeignet, um mit einem hohen Verfügbarkeitsfaktor Solarstrom zu erzeugen.

Wasserstoff – wird direkt an der Anlage hergestellt, jedoch wird das System selbst autark und unabhängig.

LOHC – Ansatz um bei herkömmlichen Offshore-Windenergieanlagen den Strom über Untertankanäle zum Land zu transportieren, wird der Wasserstoffträger LOHC für die Dehydrierung der Energie auf der Anlage verwendet.

E-Fuel – Wasserstoff ist Ausgangsmaterial für die Erzeugung synthetischer Kraftstoffe, besonders für Luftverkehr, Antriebe und Schiffe.

Wasserstoff – Am Jetport abgenommen, wird der Wasserstoff durch Energieertrag von dem Träger gelöst, der Träger selbst wird zur Neuladung zurücktransportiert.

LOHC – Der „Liquid Organic Hydrogen Carrier“ ermöglicht die flexible Nachverpackung des Wasserstoffs. Verlorene nicht gelagerte, schwer verflüchtliche, problematische Speicherung und evakuierter Transport.

Technische Komponenten

Turm, Rotor und Gondel
 Der Turm trägt nicht nur die Gondel mit dem Rotor, sondern er ermöglicht die vertikale Führung der schwimmenden Anlage im Wind. Damit wird kein Yaw-Bearing benötigt, und die Anlage ist weniger fehleranfällig.

Elektrische Systeme und Pufferkapazitäten
 Die Steuerung der Anlage erfolgt autonom. Eine Pufferkapazität sorgt für eine ununterbrochene Stromerzeugung.

Schwimmende Struktur
 Die schwimmende Struktur ist ein rig-Modulsystem, das gefährdeten Standorten in besonders stabilen Schwimmsystemen. Die Plattform kann selbstständig zum Installationsort geschleppt werden.

LOHC-Tanks
 Seitlich befinden sich Tanks für den Trägerstoff (LOHC), an dem der Wasserstoff gebunden wird. Nach vollständiger Beladung des Trägerstoffes tauscht ein Tanker diesen gegen verbleibendes LOHC aus.

Elektrolyseur
 Der im vorderen Teil der schwimmenden Struktur installierte PEM-Elektrolyseur wird mit Wasser aus einer in der Anlage integrierten Entsalzungsanlage gespeist.

Hydrierreaktor
 Die Beladung des LOHC mit dem erzeugten Wasserstoff erfolgt im Hydrierreaktor. Die dabei freiwerdende Wärmeenergie wird genutzt, um die Entsalzungsanlage zu betreiben.

Poster A9

Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Nutzung heimischer Biogasproduktion zur Methanolsynthese als Zwischenschritt zu militärischen Kraftstoffen

Benedikt Bender, OWI Science for Fuels

Die dezentrale Herstellung von nachhaltigen Kraftstoffen aus Biogas kann bei der militärischen Nutzung die Versorgungssicherheit erhöhen und die Abhängigkeit von Importen verringern. Folgeprodukte aus Biogas können zum Beispiel ein Dieselähnlicher Kraftstoff unter der Nutzung von Fischer-Tropsch-Synthese sein oder Biomethanol, welches mit Hilfe der Methanolsynthese hergestellt wird.

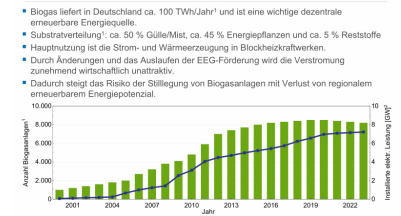
Die Weiterverarbeitungspfade von Methanol ermöglichen eine Bandbreite an herstellbaren flüssigen Kraftstoffen. Diese ermöglichen es, Vorprodukte für z.B. JP-8 herzustellen. Diese Syntheseverfahren können entsprechend der Zielprodukte optimiert werden. Dazu kann das aus Biogas hergestellte Biomethanol dienen einen nachhaltigen Energieträger herzustellen und gleichzeitig die Resilienz durch eine dezentrale Herstellung zu erhöhen.

Die insbesondere in Deutschland weit verbreitete Biogasproduktion könnte theoretisch eine Produktionsmenge von ca. 16 Millionen Tonnen Methanol pro Jahr ergeben. Aktuell wird Biogas vor allem für die Stromproduktion in BHKWs genutzt. Da für diese Geschäftsmodell die zukünftigen Ausichten unklar sind, da ohne Förderung die Stromproduktion oft nicht wirtschaftlich umsetzbar ist, werden aktuell viele Forschungsprojekte für alternative Wertschöpfungsketten wie der Methanolproduktion durchgeführt.

Die OWI Science for Fuels gGmbH arbeitet mit verschiedenen Projektpartnern an der Erzeugung von Methanol aus Biogas. Dieses Prinzip lässt sich mit Anpassungen der Synthesegaserzeugung und des anschließenden Synthetisierungsschrittes anpassen und für militärisch relevante Kraftstoffe optimieren.

Die Weiterverarbeitung von Biogas zu flüssigen Energieträgern kann sowohl einen Beitrag zur Diversifizierung und Sicherstellung der Kraftstoffversorgung als auch zur Erhöhung der Nachhaltigkeit beitragen. Durch die heimische Produktion wird die Unabhängigkeit von Importen erhöht und die Resilienz gestärkt. Die verfügbaren Biogasmengen und entsprechende Folgeprodukte könnten einen erheblichen Teil des militärischen Kraftstoffbedarfs decken.

Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Nutzung heimischer Biogasproduktion zur Methanolsynthese als Zwischenschritt zu militärischen Kraftstoffen



- Biogas liefert in Deutschland ca. 100 TWh/Jahr¹ und ist eine wichtige dezentrale erneuerbare Energiequelle.
 - Substratverteilung¹: ca. 50 % Gülle/Mist, ca. 45 % Energiepflanzen und ca. 5 % Reststoffe
 - Hauptnutzung ist die Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken.
 - Durch Änderungen und das Auslaufen der EEG-Förderung wird die Verstromung zunehmend wirtschaftlich unattraktiv.
 - Dadurch steigt das Risiko der Stilllegung von Biogasanlagen mit Verlust von regionalem erneuerbarem Energiepotenzial.
- Dezentrale Methanolproduktion in Forschungsvorhaben bei TRL 6 – 8
Starke Forschungsaktivitäten zum Thema Methanolproduktion aus Biogas

Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Nutzung heimischer Biogasproduktion zur Methanolsynthese als Zwischenschritt zu militärischen Kraftstoffen



- Methanol ist eine der meistproduzierten Plattformchemikalien
 - Methanol wird für eine Vielzahl an Produkten und Prozessen verwendet, wie z. B. zur Kunststoffherstellung, als Lösungsmittel und im Kraftstoffsektor
 - Theoretisch auch andere Bezugsquellen für Methanol möglich, abseits von Biogas bei kurzzeitigen Engpässen – bestehende Infrastruktur vorhanden
 - Weiterverarbeitungsmöglichkeiten von Methanol zu Kerosin, Biodiesel, Ottokraftstoffen und die Nutzung als Kraftstoff im Schiffsverkehr sind aktuell relevante Forschungsthemen
 - Nutzung von Methanol aus Biogas für MJ1 ermöglicht die Einbindung heimischer grüner Energieträger zur Produktion von militärischem Kraftstoff
 - Theoretisch lassen sich ein Energieäquivalent 20 – 40 TWh als Kerosin über die MJ1-Route durch Biogas herstellen
 - Dies zeigt: Selbst bei Nutzung eines Bruchteils dieses Potenzials als Grundlage für JP 8 könnten wesentliche Energiebedarfe der Bundeswehr von ca. 7 TWh insgesamt und davon ~3 TWh im mobilen Bereich für Land-, Luft- und Seefahrzeuge bedient werden²
- Das Methanol-to-Jetfuel Verfahren (MJ1) ermöglicht die Herstellung des Grundprodukts für das als Single Fuel Concept genutzte Jet Propellant 8 (JP 8) – Kerosin. Der Aufbau notwendiger Produktionskapazitäten wird durch die steigenden Sustainable Aviation Fuel (SAF)-Quoten in der zivilen Luftfahrt zusätzlich forciert.
- Verfahrensschema des Methanol-to-Jetfuel Prozesses¹
- Herausforderungen durch höhere Herstellungskosten von Biomethanol aus Biogas im Vergleich zu fossilem Methanol
 - Ausgleich der Preisdifferenz durch z.B. Quotenregelungen für das Treibhausgasminderungspotenzial
- Gefördert durch
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
Industrielle Biokraftstoffe:
FKZ 13B09031

¹Statistik der Bundesagentur für Wirtschaftsinformation, 2020, 2024
²Statistik der Bundesagentur für Wirtschaftsinformation, 2020, 2024
³Statistik der Bundesagentur für Wirtschaftsinformation, 2020, 2024
⁴Statistik der Bundesagentur für Wirtschaftsinformation, 2020, 2024
⁵Statistik der Bundesagentur für Wirtschaftsinformation, 2020, 2024



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Poster A10

Peak Shaving und mobile Batteriespeicher – Energiecontainer für militärische und stationäre Anwendungen

Florian Görsch, Akkodis

Die Energieversorgung ist ein entscheidender Faktor für die Einsatzfähigkeit moderner Streitkräfte. Der Vortrag beleuchtet, wie mobile Batteriesysteme eine flexible Lösung für unterschiedliche Szenarien bieten können – vom Friedensbetrieb bis zum Verteidigungs- oder Übungsfall.

Im Friedensbetrieb ermöglichen solche Systeme eine stationäre Nutzung innerhalb der Kaserne. Sie können Lastspitzen durch Peak Shaving ausgleichen und so Energiekosten sowie Netzbelastungen reduzieren. Gleichzeitig erleichtern sie den schrittweisen Umstieg auf Hochvoltsysteme, da die Infrastruktur flexibel angepasst und getestet werden kann. Dies unterstützt die Bundeswehr bei der Umsetzung wirtschaftlicher, nachhaltiger und zukunftsorientierter Energieziele.

Im Verteidigungs- oder Übungsfall bieten mobile Batteriesysteme eine autarke Energiequelle, die sich durch geringe Geräusch- und Wärmeemission auszeichnet. Diese Eigenschaften sind entscheidend für Tarnung und Schutz im Einsatz. Zudem können elektrische Systeme im Feld direkt und zuverlässig versorgt werden, ohne auf konventionelle Generatoren angewiesen zu sein.

Besondere Merkmale dieses Ansatzes sind die Doppelfunktion – wirtschaftliche Vorteile im Alltag und taktischer Nutzen im Einsatz –, die Flexibilität zwischen stationärem und mobilem Betrieb sowie die Sicherheit durch eine geringe akustische und thermische Signatur.

Der Vortrag richtet sich an Fach- und Führungskräfte, die sich mit Energieautarkie, Nachhaltigkeit und Einsatzfähigkeit im militärischen Umfeld beschäftigen. Ziel ist es, Denkanstöße für zukünftige Lösungen zu geben und die Diskussion über innovative Ansätze zur Energieversorgung in der Bundeswehr zu fördern.

Poster A11

Taugt Wasserstoff als Energieträger für die Streitkräfte und für eine resiliente Energieinfrastruktur?

Dr. Florian Nigbur, TÜV Rheinland

Ökologisch, wirtschaftlich, technisch: Grüner Wasserstoff ist eine Schlüsseltechnologie für Industrie, Verkehr sowie Energiewirtschaft und wird in Zukunft eine zentrale Rolle spielen. Ob kleinere Wasserstoff-Vorhaben, Aufbau von Modellregionen oder große Infrastruktur-Projekte – bei der Umsetzung der richtigen Wasserstoff-Strategie stehen Stadtwerke wie Unternehmen vor entscheidenden Fragen. Wie sieht die Infrastruktur für Wasserstoff aus? Wie lässt es sich transportieren und lagern? Welche technisch machbaren und sinnvollen Lösungen können für Ihre individuellen Anforderungen zum Einsatz kommen? Lassen Sie uns auf diese und viele weitere Herausforderungen Antworten finden: Unsere Expert:innen verfügen über ein großes Know-how und langjährige Erfahrung mit Wasserstoff- Infrastrukturen. Wir unterstützen Sie entlang der gesamten Wertschöpfungskette und des Projektzyklus.



Taugt Wasserstoff für die Streitkräfte? Einsatzfähigkeit, Resilienz und Infrastruktur im Realitätscheck.
Die Perspektive eines Prüf- und Beratungsdienstleisters entlang der H-Wertschöpfungskette

Militärische Energieversorgung steht unter neuem Druck - Warum überhaupt H?:

- SICHERHEIT**
Die Abhängigkeit von fossilen Importen stellt ein Sicherheitsrisiko dar. H₂ und Erneuerbare können lokal auf Basis erneuerbarer Energieträger erzeugt werden.
- RESILLENZ & ANFORDERN**
Eine veränderte Weltlage erfordert steigende Anforderungen an Resilienz & Autarkie.
- POLITISCHE VORGABEN**
Deutschlandweit ist zunehmend eine politische Vorgabe, die fossile Infrastrukturen langfristig verortet.
- TECHNOLOGISCHE GRENZEN**
Elektronisierung allein reicht für Anwendungen im militärspezifischen Kontext nicht aus. Mehrere Anwendungen stellen hohe Anforderungen an die Energiedichte - weshalb insbesondere die auch gravimetrisch- und beeinflussen durch Gewicht, Reibvermögen und Infrastrukturbedarf.

Wasserstoff ist kein Allheilmittel – sondern eine Nischenlösung mit klaren Stärken

ANWENDUNG	BATTERIE	WASSERSTOFF	E-FUELS
PKW / leichte Fahrzeuge	✓	x	x
LKW / militärische Logistik	△	△	△
Schiffe	x	△	✓
Flugzeuge	x	△	✓
Energieversorgung (stationär)	△	△	△

H₂ vorteilhaft für spezialisierte Anwendungen & Basis für E-Fuels

Derivate vorteilhaft bei hohen Anforderungen an Reichweite und Gewicht

Batteriesysteme bevorzugt bei direkter Elektrifizierung

Militärische Anforderungen verändern die Bewertung komplett

LOGISTIK UNTER GRENZBEDINGUNGEN	VERBODUNGSSICHERHEIT IM FELD / FORWARD OPERATIONS BASES (FOB)	REIHERHEIT VON NACHSCHUBLEISTEN = BESTÄNDIGER VORTEIL	BEWERTUNG LÄHMEN (NIMMER) → H ₂ KANN VORTEILE BIETEN	MOBILITÄT & MOBILE ERZUGUNG (z. B. ELEKTROLYSE VON WASSER)
Energie muss unter schwierigen und dynamischen Bedingungen verfügbar sein.	Zuverlässige Energieversorgung auch in abgelegenen und austrocknenden Einsatzgebieten.	Weniger Transporte bedecken weniger Risiko, Kosten und höhere Einsatzfähigkeit.	H ₂ kann durch geringeren Lärm- und Wärmesignatur taktische Vorteile bieten.	Flexibel, skalierbare Lösungen direkt am Einsatzort stärken Autarkie und Reaktionsfähigkeit.

Poster A12

Intelligentes Last- und Redundanzmanagement in der mobilen Energieversorgung

Willy Jahn, United Rentals

1. Zielsetzung und Relevanz des Themas: In modernen militärischen Einsatzszenarien ist die Energieversorgung nicht mehr nur eine Frage der bloßen Verfügbarkeit, sondern zunehmend ein strategisches Optimierungsfeld. Mobile Infrastrukturen – von Gefechtsständen bis hin zur Truppenverpflegung – verlangen nach Lösungen, die maximale Ausfallsicherheit mit hoher Effizienz und logistischer Flexibilität verbinden. Das Ziel dieses Beitrags ist es, aufzuzeigen, wie durch ein intelligentes, automatisiertes Lastmanagement die traditionell oft überdimensionierte Energiebereitstellung (um Lastspitzen sicher abzufangen) durch ein bedarfsgerechtes, dynamisches System ersetzt werden kann. Dies reduziert nicht nur den ökologischen Fußabdruck und den Kraftstoffverbrauch, sondern verlängert signifikant die Standzeiten der Hardware und optimiert die Wartungsintervalle unter Einsatzbedingungen.

2. Methodischer Ansatz und technische Herangehensweise: Der vorgestellte Ansatz basiert auf einer modular aufgebauten Multi-Generator-Architektur. Anstatt ein einzelnes, sehr großes Aggregat zu nutzen, das im Teillastbereich ineffizient arbeitet, setzen wir auf eine Vernetzung kleinerer, leistungsstarker Einheiten. Am Beispiel einer NATO-Großküche wurde eine Konfiguration aus drei 500-kVA-Generatoren gewählt. Die methodische Besonderheit liegt in der Steuerungslogik: **Synchronisation:** Alle Einheiten sind über eine zentrale Steuerung gekoppelt; **Bedarfsorientierung:** Das System erkennt die aktuelle Lastaufnahme in Echtzeit und schaltet Aggregate autonom hinzu oder ab; **Zirkulierender Betrieb:** Um einen einseitigen Verschleiß zu verhindern, rotiert das System die „Master-Rolle“ der Generatoren, sodass alle Einheiten gleichmäßige Betriebsstunden aufweisen.

3. Zentrale Inhalte und Argumentationslinien: Der Kern der Argumentation liegt in der Überwindung des Zielkonflikts zwischen **Sicherheit (Redundanz)** und **Effizienz (Lastmanagement)**: **Redundanzkonzept:** In sensiblen Bereichen wie der Großküchentechnik – wo der Ausfall der Kühlung oder der Kochgeräte die Verpflegungsmission gefährdet – agiert das System im sogenannten „n+1“-Modus. Ein Aggregat läuft permanent als Teilredundanz mit, um plötzliche Lastsprünge ohne Spannungseinbrüche abzufangen; **Optimierung vor Ort:** Die Parameter für die Schaltzyklen wurden im Vorfeld kalkuliert und vor Ort unter Realbedingungen feinjustiert. Dies demonstriert, dass moderne mobile Energieversorgung kein statisches Produkt ist, sondern eine konfigurierbare Dienstleistung, die sich dem Rhythmus des Nutzers anpasst; **Alternative Hybridisierung:** Als Ausblick wird die Integration von Batteriespeichersystemen (ESS) erörtert. In diesem Szenario übernimmt der Speicher die Lastspitzen und die Versorgung in Schwachlastphasen (z. B. Nachtbetrieb für Beleuchtung/Kühlung), wodurch der Verbrennungsmotor des Generators komplett abgeschaltet werden kann. Dies führt zu einer drastischen Geräusch- und Emissionsreduktion („Silent Camp“).

4. Ergebnisse und Erkenntnisse

- 1. Stabilität:** Das intelligente Lastmanagement meisterte alle Lastsprünge ohne Netzininstabilitäten.
- 2. Ressourcenschonung:** Durch das automatisierte Abschalten nicht benötigter Kapazitäten wurde der Kraftstoffverbrauch im Vergleich zu einem permanenten Parallelbetrieb signifikant gesenkt.
- 3. Wartungsvorteil:** Durch die gleichmäßige Verteilung der Betriebsstunden konnten Wartungszyklen präzise geplant und die Lebensdauer der Gesamtanlage erhöht werden.

Flexibilität: Das System erwies sich als hochgradig anpassungsfähig an die schwankenden Anforderungen des Küchenbetriebs.

United Rentals
Work Center

INTELLIGENTES LAST- UND REDUNDANZMANAGEMENT IN DER MOBILLEN ENERGIEVERSORGUNG

FALLBEISPIEL
Stromversorgung einer mobilen Großküche für eine NATO-Übung

ANFRAGE
Energieversorgung:
• 3 x 500 kVA Generatoren
• Netzsystem mit abgesichertem Abgängen
• Großer Kraftstoffreservoir

ZIELSETZUNG
• Versorgungssicherheit unter Vollastbedingungen
• Redundanz im kritischen Bereich
• Hohe Ausfallsicherheit
• Effiziente Ressourcennutzung
• Schnelle Bereitstellung (kurze Vorlaufzeit)

HERAUSFORDERUNGEN
• Auslieferung bereits eine Woche später
• Abdeckung spezieller Anforderungen mehrerer Komponenten
• Kraftstoffbedarf und -verbrauch

LÖSUNGSANSATZ UND AUFBAUKIZZE

EINSTELLUNGEN UND ERKENNTNISSE
• Max. 2 von 3 Generatoren betriebsfähig
• 45% - 75% Schwere der Lastparameter
• Leistung: ca. 300 kW
• Grundlast: 100-200 kW



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Poster A13

Neue taktische Energiesysteme der Bundeswehr im Einsatz? Von den Anforderungen in die Truppenerprobung

Christopher Mußbach, VINCORION

Eine hohe Resilienz und Effizienz bei geringer Logistik- und Personalbelastung waren entscheidende Anforderungen der Bundeswehr an ihre zukünftigen querschnittlichen Energiesysteme. Mit den neuen Stromerzeugeraggregaten und Batteriespeichern der 200 und 50 kW Leistungsklasse hat VINCORION im Auftrag der Bundeswehr entsprechende Systeme mit zahlreichen Innovationen entwickelt.

Mit der Erprobung dieser neuen Generation taktischer Energiesysteme durch die Bundeswehr liegen nun belastbare technische Ergebnisse und Erfahrungen aus der Truppe vor. Der Vortrag stellt ausgewählte Erkenntnisse vor, wobei ein besonderes Augenmerk auf den praktischen Erfahrungen liegt, aus Test und Qualifizierung in Zusammenarbeit mit dem BAAINBw, der WTD und der Truppe - einschließlich identifizierter Herausforderungen und daraus abgeleiteter Optimierungen.

Im Fokus stehen zudem die militärischen Anforderungen an Robustheit, Bedienkonzepte und die Einbindung in bestehende militärische Strukturen. Die Ergebnisse zeigen, wie automatisiertes Energiemanagement und modulare Systemarchitekturen den Bedien- und Personalaufwand reduzieren und gleichzeitig Verfügbarkeit und taktische Flexibilität erhöhen. Abschließend wird ein Ausblick auf parallele Entwicklungen aus Projekten des Europäischen Verteidigungsfonds gegeben, die Interoperabilität, Standardisierung und vernetztes Energiemanagement in multinationalen Einsatzszenarien adressieren und zukünftige Fähigkeitsentwicklungen maßgeblich prägen.

Poster A14

Energieautarkie im Einsatz: Batteriespeicher als Schlüsseltechnologie für militärische Unabhängigkeit?

Dr. Matthias Schmidt, WP Holding

Militärische Einsätze erfordern höchste Versorgungssicherheit, Mobilität und Unabhängigkeit von externen Netzen. Unsere Batteriespeicher bieten genau diese Vorteile: Sie ermöglichen Streitkräften eine zuverlässige und flexible Energieversorgung – selbst unter extremen Bedingungen und fernab stabiler Infrastruktur.

Die Systeme sind robust, skalierbar und für mobile Anwendungen optimiert. Feldlager, Kommandozentralen oder spezialisierte Fahrzeuge können unabhängig mit Strom versorgt werden. Durch die Integration erneuerbarer Energien wie Photovoltaik oder Windkraft wird Energie speicherbar und jederzeit abrufbar – entscheidend für Einsatzfähigkeit und Sicherheit.

Ein wesentlicher Vorteil liegt in der Reduktion logistischer Abhängigkeiten: Weniger Treibstofftransporte bedeuten geringere Risiken für Personal und Material. Gleichzeitig steigern unsere Speicher Effizienz und Nachhaltigkeit, ohne Kompromisse bei Leistung oder Zuverlässigkeit.

Als Vortragspartner bringen wir technologische Expertise und praktische Projekterfahrung mit. Wir zeigen, wie Batteriespeicher die Einsatzfähigkeit erhöhen, Kosten senken und strategische Autarkie stärken. Damit werden Energiespeicher zu einer Schlüsselressource für moderne Streitkräfte – ein Beitrag zur Sicherheit, Flexibilität und Zukunftsfähigkeit militärischer Operationen.



Modulares Energie- und SpeicherAggregat zur (teil-)autarken Versorgung militärischer Feldlager (MES)



Technische Details:

- Entwicklung eines **verteikablen, modulen Energiesystems** für 200 bis 1000 kW
- **Strom- und Wärmeversorgung** militärischer Feldlager
- **Integrierte Energieerzeugung**
- **Integrierte Speicherung** (Elektrolyseur, Brennstoffzelle, Wasserstoff)
- **Modulare Energieerzeugung** (Photovoltaik, Windkraft)
- **Modulare Speicherung** (Wasser, Wasserstoff, Lithium-Ionen)
- **Integrierte Wärmeversorgung** (Wärmepumpe, Solarthermie)
- **Modulare Systemerweiterung** (Skalierbarkeit)
- **Systemerweiterung** (Skalierbarkeit, prognosebasiertes Energiemanagement)
- **Systemerweiterung** (Skalierbarkeit, prognosebasiertes Energiemanagement)
- **Systemerweiterung** (Skalierbarkeit, prognosebasiertes Energiemanagement)
- **Systemerweiterung** (Skalierbarkeit, prognosebasiertes Energiemanagement)

Leistungs- und Speicherkapazität (Systemarchitektur):

- **Modulare Energieerzeugung** (Photovoltaik, Windkraft)
- **Modulare Speicherung** (Wasser, Wasserstoff, Lithium-Ionen)
- **Modulare Systemerweiterung** (Skalierbarkeit)

Technische Systemmerkmale:

- **Modulare Energieerzeugung** (Photovoltaik, Windkraft)
- **Modulare Speicherung** (Wasser, Wasserstoff, Lithium-Ionen)
- **Modulare Systemerweiterung** (Skalierbarkeit)

Systemerweiterung & Skalierbarkeit:

- **Modulare Energieerzeugung** (Photovoltaik, Windkraft)
- **Modulare Speicherung** (Wasser, Wasserstoff, Lithium-Ionen)
- **Modulare Systemerweiterung** (Skalierbarkeit)

Projektpartner & Arbeitspakete:

- **ERLOS GmbH**
- **EST Energetics GmbH**
- **Goat Energy Solutions GmbH**
- **TU Ilmenau**
- **Wassermann Technologie GmbH**

Projektzeitplan (36 Monate Gesamtlaufzeit):

- Phase 1 (Monat 1-6): Konzept & Simulation (Systemmodellierung, Validierung)
- Phase 2 (Monat 7-24): Prototyp & Teststand (Aufbau, funktionaler Nachweis)
- Phase 3 (Monat 25-36): Integration & Demonstration (Praxisstest, Dauerbetrieb)



Modulares Energie- und SpeicherAggregat zur (teil-)autarken Versorgung militärischer Feldlager Umsetzung und Projekttablauf

Technische Lösungen (Systemarchitektur):

- Batteriespeicher: 100 kW Leistung (200 kWpeak), 300 kWh Kapazität
- Wasserstoffspeicher: 600 kg bei 700 bar (ca. 10 MWh thermisch / 10 MWh elektrisch)
- Wandler: Elektrolyseur 50 kW Eingangsleistung; Brennstoffzelle 60-80 kW elektrisch
- Thermische Integration: 2.000 l Wasserspeicher und 25 kW_{th} Wärmepumpe
- Solaroption: 120 kWp Solarcontainer mit selbstausfahrenden PV-Anlagen (skalierbar)

Projektpartner & Arbeitspakete:

- **ERLOS GmbH**
- **EST Energetics GmbH**
- **Goat Energy Solutions GmbH**
- **TU Ilmenau**
- **Wassermann Technologie GmbH**

Projektzeitplan (36 Monate Gesamtlaufzeit):

- Phase 1 (Monat 1-6): Konzept & Simulation (Systemmodellierung, Validierung)
- Phase 2 (Monat 7-24): Prototyp & Teststand (Aufbau, funktionaler Nachweis)
- Phase 3 (Monat 25-36): Integration & Demonstration (Praxisstest, Dauerbetrieb)

Poster A15

Herausforderungen und aktuelle Lösungen der Energieversorgung am Soldaten

Martin Dankert, Bren-Tronics an EnerSys company

Herausforderungen: Abgesehen kämpfende Soldat sind regelmäßig in Gelände unterwegs, das die Mobilität stark einschränkt. Ob im Wald, im urbanen Umfeld oder im Gebirge kämpft der abgesehen Soldat / der Infanterist dort wo kein anderer mehr hinkommt. Das ist das Wesen des abgesehenen Kampfes. Im modernen gläsernen Gefecht ist er dabei unterlegen oder zumindest beeinträchtigt, wenn er keinen Informationsvorsprung mehr hat. Diesen erreicht er durch sehr gute Nachtsicht-, Ziel- und Beobachtungsmittel, durch vielfältige Sensoren, durch Blue Force Tracking, durch sein Battlefield Management System, durch digitale Helfer wie Kompass, GPS oder ähnliches. Hinzu kommen moderne Technologien wie Drohnen, Loitering Munition oder UGV, die er einsetzen können muss oder vor denen er sich schützen muss. Die Schutzglocke des Feindes zu durchdringen und die eigene Glocke bestmöglich aufrecht zu erhalten, beeinflusst den Erfolg maßgeblich. Diesen Anforderungen kann der abgessene Soldat nur mit einer zuverlässigen, in allen Lagen funktionsfähigen und auch unter Extrembedingungen gut einsetzbaren Energieversorgung gerecht werden. **Lösungen der Firma Bren-Tronics:** Bren-Tronics ist Weltmarktführer bei der Bereitstellung ganzheitlich Lösungen für Soldier Modernisation Systems. Soldatensysteme in den USA, in Deutschland, den Niederlanden oder Großbritannien sind mit diesen Lösungen ausgestattet. Mit einer Energiedichte bis zu 202 Wh/kg werden unter Berücksichtigung eines großen Temperaturbereichs (-32 bis +60°C) Einsatzzeiten bis zu 24 Stunden (Standard Einsatzszenario, Mitteleuropa) erreicht. Mit der standardisierten Schnittstelle und den in eine passende Tasche eingearbeiteten Köcher, kann die für die für den Einsatz zweckmäßige Batterie eingesetzt und schnell gewechselt werden. Die Energieversorgung am Soldaten ist durch eine abgestufte und für den abgesehenen Soldaten optimierte Lade- und Lagerinfrastruktur ergänzt. Er kommt letztlich darauf an immer genügend einsatzbereite Akkus bereit zu halten und gleichzeitig auch Möglichkeiten zur Ladeerhaltung bereitzustellen. Ein weiterer Vorteil ist die Kommunikation zwischen Batterie und Bren-Tronics Lageinfrastruktur, dies erhöht die Effizienz des Ladevorgangs und die Sicherheit beim Laden. Die Ladeerhaltung kann über die Ladeinfrastruktur im „Mutterschiff“, dem GTK BOXER oder dem SPz PUMA sichergestellt werden. Ladebehälter und Batterielade- und Lagercontainer ermöglichen die schnelle Bereitstellung geladener Batterien bzw. das schnelle Laden. Ergänzt werden kommen die Lösungen durch Solarpanels oder Powersysteme.

Anforderungen an die Weiterentwicklung der Energieversorgung des abgesehenen kämpfenden Soldat: Die Anforderungen an die Weiterentwicklung erzeugen zwei Trends. Zum einen sind die Batterien weiterzuentwickeln, zum anderen sind Lösungen zur Reduzierung des Energieverbrauches weiterzuentwickeln. Beide Entwicklungstrends sind zu berücksichtigen und in einem Systemzusammenhang umzusetzen. „Reduce the burden of the Soldier“ ist das wesentlichste Ziel beim Erhalt und vielleicht sogar bei einer Optimierung der Fähigkeiten. Modularität und Synergie müssen ausgewogen berücksichtigt werden. Die Anforderungen an die Weiterentwicklung eines Soldatensystems zur Reduzierung des Energiebedarfs erfordern die Nutzung von Synergien wo immer möglich. Ansätze sind die Zentralisierung des Energiemanagement zur Einsparung von Energie wo immer möglich, die Zusammenführung verschiedener Funktionen wie Energieversorgung und ballistischer Schutz oder die Realisierung einer effektiven Lademöglichkeit durch Zusammenführung von Daten, Sprache, Navigation und Laden in einem Anschluss. UWB-Technologie, die Integration von selbst ladenden Akku im Schaft der Handwaffe oder ein integriertes Helmkonzept sind nur Beispiele für die stätige Weiterentwicklung.



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Poster B1

Hybride Energieversorgung neu gedacht - Innovative, zuverlässige Stromversorgung für maximale Resilienz

Dr. Rüdiger Franke, ABB

Zur Stärkung von Versorgungssicherheit und Resilienz in stationären militärischen Umgebungen müssen Microgrids – auch im Verantwortungsbereich der Bundeswehr – zuverlässig funktionieren, selbst bei gestörter Netzanbindung, Kommunikation oder Sicherheitsereignissen. Die vorgestellte Architektur integriert Schutz, Last- und Energiemanagement zu einem Gesamtsystem, das betriebliche Zielgrößen in gesicherte Schalt und Regelvorgaben überführt. Autarker Betrieb, die priorisierte Versorgung kritischer Lasten und ein sicherer Neustart auch im Inselbetrieb, sowie die Synchronisierung mit einem wiederhergestellten Netz, sind grundlegende Bestandteile. Neben konventionellen Generatoren werden auch erneuerbare Energien wie Photovoltaik und Batteriespeicher integriert, um die Resilienz durch Diversifizierung weiter zu erhöhen. Der Beitrag beschreibt, wie sich mit diesem Ansatz Ausfälle vermeiden, Wiederanlaufzeiten verkürzen sowie die Betriebseffizienz im stationären und feldmäßigen Betrieb erhöhen lassen. Der Beitrag beschreibt eine „Security by Design“-Architektur, die IT und OT Funktionen mit dem Energie- und Lastmanagement zusammenführt und sich auf Kasernen, Camps und unterschiedliche Microgrids übertragen lässt.

Poster B2

Resiliente militärische Elektrizitätsversorgung? Eigenschaften und Rolle zyklenfester Schwungmassenspeicher

Dr. Hendrik Schaede-Bodenschatz, Adaptive Balancing Power

Die Energieversorgung kritischer Infrastrukturen steht angesichts wachsender Bedrohungsszenarien und Versorgungsrisiken zunehmend im Fokus strategischer Betrachtungen. Zyklenfeste Schwungmassenspeicher, entwickelt und produziert in Deutschland, bieten eine technologisch fortschrittliche Lösung zur Absicherung der Liegenschaften der Bundeswehr. Ihre Fähigkeit, innerhalb von Sekundenbruchteilen hochzuverlässig elektrische Leistung bereitzustellen, steigert die operative Durchhaltefähigkeit und Einsatzbereitschaft militärischer Einrichtungen signifikant. Durch die unbegrenzte Zyklenfestigkeit selbst bei intensivster Nutzung und die lange Lebensdauer ermöglichen diese Systeme die Integration in hybride Energiearchitekturen. Gezielt minimieren die modularen und vollständig europäisch gefertigten Hochleistungs-Speicher Abhängigkeiten von globalen Lieferketten.

In diesem Vortrag wird die Technologie von Hochleistungs-Speicher analysiert und deren Einsatzmöglichkeiten zur Bereitstellung von elektrischen Spitzenlasten in hochbelasteten Infrastrukturen an Beispielen dargestellt. Beispiele sind die Eigenversorgung des Universitätsklinikums Badalona (Spanien), die Umwandlung des ehemaligen Marindepots Enge-Sande in ein autarkes Mikrogrid sowie der Einsatz in kritischen Infrastrukturen des öffentlichen Sektors wie Bahnsystemen.

Die Praxisbeispiele verdeutlichen das Potenzial der Technologie, die Transformation der Energieversorgung maßgeblich zu unterstützen und die Verteidigungsfähigkeit nachhaltig zu stärken. Dank ihrer robusten Bauweise eignen sich die Schwungmassenspeicher besonders für anspruchsvolle Umgebungen, und Anwendungen in denen Zuverlässigkeit, maximale Belastbarkeit und sofortige Verfügbarkeit der elektrischen Energie essenziell sind.



Resiliente militärische Elektrizitätsversorgung Eigenschaften und Rolle zyklenfester Schwungmassenspeicher

Dr. Hendrik Schaede-Bodenschatz, Adaptive Balancing Power GmbH

Die Energieversorgung kritischer Infrastrukturen steht angesichts wachsender Bedrohungsszenarien und Versorgungsrisiken zunehmend im Fokus strategischer Betrachtungen. Zyklenfeste Schwungmassenspeicher, entwickelt und produziert in Deutschland, bieten eine technologisch fortschrittliche Lösung zur Absicherung der Liegenschaften der Bundeswehr. Ihre Fähigkeit, innerhalb von Sekundenbruchteilen hochzuverlässig elektrische Leistung bereitzustellen, steigert die operative Durchhaltefähigkeit und Einsatzbereitschaft militärischer Einrichtungen signifikant. Durch die unbegrenzte Zyklenfestigkeit selbst bei intensivster Nutzung und die lange Lebensdauer ermöglichen diese Systeme die Integration in hybride Energiearchitekturen. Gezielt minimieren die modularen und vollständig europäisch gefertigten Hochleistungs-Speicher Abhängigkeiten von globalen Lieferketten. Die Technologie bietet somit eine entscheidende Lösung zur Absicherung der Liegenschaften der Bundeswehr.

Aktuelle technische Entwicklungen und ihre robusten Bauweise ermöglichen den Einsatz in neuen Anwendungen, gerade dort wo besondere Anforderungen an die Resilienz der elektrischen Energieversorgung nach in Anspruchsbereitungen bestehen.

Die Fähigkeit, innerhalb von Sekundenbruchteilen hochzuverlässig elektrische Leistung bereitzustellen, steigert die operative Durchhaltefähigkeit und Einsatzbereitschaft militärischer Einrichtungen signifikant. Durch die unbegrenzte Zyklenfestigkeit selbst bei intensivster Nutzung und die lange Lebensdauer ermöglichen diese Systeme die Integration in hybride Energiearchitekturen. Gezielt minimieren die modularen und vollständig europäisch gefertigten Hochleistungs-Speicher Abhängigkeiten von globalen Lieferketten. Die Technologie bietet somit eine entscheidende Lösung zur Absicherung der Liegenschaften der Bundeswehr.

AMPERAGE kinetischer Hochleistungs-Speicher

- Leistungsdichte: 125 kW, 200 kW, 300 kW je Einheit
- Modulär und skalierbar: 1...20 Einheiten je Cluster
- Built to last: >1.000.000 Volt-Zyklen und 25 Jahre
- Robust: Minimale jährliche Wartung
- Resilient: autonomer Betrieb, passiver Inverter, Erdbild
- Wartungsfrei: vollständig integrierbar, geringer CO2 Fußabdruck, keine kritischen Rohstoffe

Hergestellt in Deutschland, entwickelt für schnelle Integration

- Hergestellt in den Lieferketten der deutschen Industrie
- Voll integriert in weitestfalls Einbaueinheit für Aufstellung im Außenbereich
- Transport mit Standard-LKW und Kran
- Installation und Inbetriebnahme einer Woche inklusive aller Bauarbeiten
- Querschnitt und temporäre Installation



Hohe Leistung auch dort, wo es das Stromnetz nicht hergibt Anwendungsbeispiele in Europa

Maximal intensive Erleuchtung zum Beispiel in einem Bundeswehr-Lager

- Leistungsdichte: 125 kW, 200 kW, 300 kW je Einheit
- Modulär und skalierbar: 1...20 Einheiten je Cluster
- Built to last: >1.000.000 Volt-Zyklen und 25 Jahre
- Robust: Minimale jährliche Wartung
- Resilient: autonomer Betrieb, passiver Inverter, Erdbild
- Wartungsfrei: vollständig integrierbar, geringer CO2 Fußabdruck, keine kritischen Rohstoffe

Spannungsstabilisierung kritische Infrastrukturen

- 200 kW
- Einbindung in lokale Netzwerke
- Effiziente Nutzung von regenerativen Energien
- Auswahl Bereich des Hochleistungs-Speichers

Stromversorgung Universitätsklinikum Badalona, Spanien

- Autonome Universitätsklinikum
- 200 kW
- Einbindung in lokale Netzwerke
- Effiziente Nutzung von regenerativen Energien
- Auswahl Bereich des Hochleistungs-Speichers

Poster B3

Energiedaten-Ökosystem für die Bundeswehr

Prof. Dr. Michael Laskowski, Atos Information Technology

Energiedaten-Ökosystem: Voraussetzung für die systemweite Nutzung von Energiedaten

Problemstellung: Die Digitalisierung in der Energiewende benötigt auch im militärischen Umfeld ein einheitliches Energiedaten-Ökosystem, das sektorübergreifend (Strom, Gas, Wasserstoff, Verkehr, Wärme) alle Daten souverän miteinander vernetzt. Das Bundesministerium für Digitalisierung und Staatsmodernisierung fördert dieses Vorhaben im Rahmen des Projektes energy data-X. Durch eine gezielte Sicherheitsarchitektur lässt sich dieses System an militärische Sicherheits- und Geheimhaltungsanforderungen anpassen.

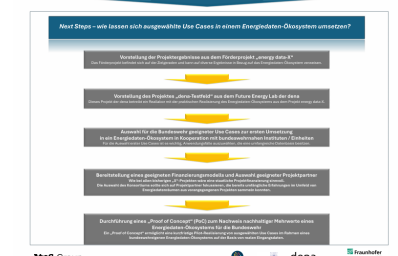
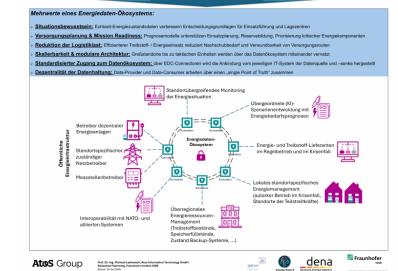
Wesentliche Merkmale eines Energie-Datenökosystems: Der Energie-Datenraum ist eine interoperable Datenplattform mit höchstem Anspruch auf Datensouveränität und Sicherheit. Die Dienstleistungen des Datenökosystems sind föderiert und können durch unterschiedliche Akteure erbracht werden. Ein Identity- und Trust-Verfahren gewährleistet, dass die beteiligten Akteure vertrauenswürdig sind. Der Zugang zum Datenökosystem erfolgt über einen Konnektor und über geschützte Datenverbindungen, so dass nur die tatsächlich vereinbarten Daten zwischen den Beteiligten ausgetauscht werden. Das Datenökosystem greift auf die Governance-Logik der EU-Initiative Gaia-X zurück und ermöglicht die Entwicklung datengetriebener Innovationen im Energiesektor. Die Interoperabilität mit weiteren Datenökosystemen wird durch das Zusammenspiel der verschiedenen Systeme gewährleistet.

Wirtschaftlichkeit, Mehrwerte und Nachhaltigkeit: Datenökosysteme ermöglichen signifikante Mehrwerte in der Verwertung von Energiedaten:

- Situationsbewusstsein: Echtzeit Energiezustandsdaten (Versorgung, Verbrauch, Netzstabilität) verbessern Entscheidungsgrundlagen für Einsatzfähigkeit und Lagezentren
- Versorgungsplanung & Mission Readiness: Prognosemodelle unterstützen Einsatzplanung, Reservebildung und Priorisierung kritischer Energiekomponenten
- Reduktion der Logistikklast: Effizienterer Treibstoff und Energieeinsatz reduziert Nachschubbedarf und damit Verwundbarkeit von Versorgungsrouten
- Skalierbarkeit & modulare Architektur: Großstandorte bis zu taktischen Einheiten werden über das Datenökosystem miteinander vernetzt

Fazit:

Ein Energiedaten-Ökosystem bietet der Bundeswehr einen hohen Mehrwert durch verbesserte Einsatzfähigkeit, reduzierte Logistik und Sicherheitsrisiken und gesicherte Zusammenarbeit mit zivilen Akteuren.





Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Poster B4

Rechtssichere Integration von Technologien zur Erzeugung, Wandlung und Speicherung von Erneuerbaren Energien am Beispiel des Project Green Barracks **Dr. Hermann Rothfuchs**, Bird & Bird

Die Bundeswehr misst Klimaschutz und Nachhaltigkeit zunehmende und auch strategische Bedeutung bei. Gemäß ihrer Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsstrategie 2023 soll der gesamte Gebäudebestand der Bundeswehr ab 2045 klimaneutral betrieben werden. Die Projektreihe „Green Barracks“ erprobt innovative Versorgungstechnologien in zehn ausgewählten Liegenschaften mit einem Schwerpunkt auf erneuerbaren Energien zur autarken Versorgung durch Geothermie, Photovoltaikanlagen und mit grünem Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen. Ergebnisse der Pilotprojekte zeigen, dass großflächige PV-Systeme eine Kaserne zu 30-50 % autark versorgen können und mittlerweile zum Standard in der nachhaltigen Bundeswehr-Bauplanung geworden sind. Damit fördert die Nutzung erneuerbarer Energien nicht nur den Klimaschutz, sondern stärkt die Energieautarkie und Resilienz der Bundeswehr.

Von besonderer Bedeutung ist die rechtssichere Integration dieser Technologien in die Energieversorgungslandschaft.

Beim wachsenden Ausbau erneuerbarer Energien ist der gesamte Prozess in den Blick zu nehmen – von der Planung über die Errichtung bis hin zum Betrieb von Anlagen zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien. Dabei sind energierechtliche Besonderheiten zu berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz und dem Baurecht, Regelungen zum Netzanschluss und zur Einspeisung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz sowie weitere komplexe Vorgaben zur Eigenstromversorgung, insbesondere nach dem Energiewirtschaftsgesetz, Stromsteuergesetz und Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz, die unter anderem auch für die Wasserstoffnutzung spezielle Vorgaben vorsehen. Zudem sind die spezifischen Anforderungen an militärische Liegenschaften, wie erhöhte Sicherheitsstandards nach dem Luftverkehrsgesetz, mit den Vorgaben des Energierechts in Einklang zu bringen.

Der Vortrag nimmt diese Themen in den Fokus und vermittelt einen Überblick über Fallstricke und Lösungsansätze.

Poster B6

Interoperable battlefield energy supply through standardization in military vehicle hybrid powertrains

Jasper Groenewegen, DNV

Several NATO nations have started to explore hybrid powertrains for tactical land vehicles. This technology offers several functions and advantages. Beyond the mobility improvement and fuel efficiency gains, hybrid powertrains offer the potential for electrical ‘power take-off’ both for on-board ‘high power’ devices like High Energy Lasers (HEL) and off-board use like powering a forward command post.

The use of hybrid powertrain technology and set of new functions could benefit from standardization agreements within NATO to ensure interoperability. Especially since the power take-off typically crosses the single product or project boundary in which verification of such an interface is assured. The ambition for standardization is enabling the plug-and-play integration of high power mission subsystems on a nations platform or the collaboration of several nations in the energy supply of a microgrid.

A newly established Team of Experts Future Power Architecture under the NATO LCG-LE panel is tasked to prepare draft Standardization Agreements for the following topics:

1. Standardizing safety specifications of hybrid powertrains
2. Standardizing high power mission subsystem input specification
3. Standardizing high power mission subsystem power interface
4. Standardizing charging / V2G interface
5. Standardizing offboard electrical device interface
6. Standardizing energy supply for portable devices

The Netherlands Ministry of Defence leads this initiative. The Team of Experts Future Power Architecture is being formed, with an invitation sent out through the LCG-LE Heads of Delegation to appoint their national subject matter experts to the group. The first (online) meeting is planned in June 2026.

This initiative is presented at the DWT conference to gather input from German government, research institutes and industry representatives.

Interoperable battlefield energy supply through standardization in military vehicle hybrid powertrains

Jasper Groenewegen, MSc. (DNV) | Maj. Eelco Visser (NLMdG)
j.jasper.groenewegen@dnv.com | jcm.visser@mindef.nl

Current Tactical Land Vehicle

Future Tactical Land Vehicle

Forward Command Post / Forward Operating Base

A newly established Team of Experts Future Power Architecture under the LCG-LE panel is tasked to prepare draft Standardization Agreements for the following topics:

1. Standardizing safety specifications of hybrid powertrains
2. Standardizing high power mission subsystem input specification
3. Standardizing high power mission subsystem power interface
4. Standardizing charging / V2G interface
5. Standardizing offboard electrical device interface
6. Standardizing energy supply for portable devices

The Netherlands Ministry of Defence leads this initiative. The Team of Experts Future Power Architecture is being formed, with an invitation sent out through the LCG-LE Heads of Delegation to appoint their national subject matter experts to the group. The first (online) meeting is planned in June 2026.

Please share your thoughts on the standardization effort with us!

DNV supports the Netherlands Ministry of Defence in its leading of the NATO interoperability effort.

About DNV
DNV is an independent assurance and risk management provider, operating in more than 100 countries, with the purpose of safeguarding life, property, and the environment. As a trusted name for many of the world's most successful corporations, we help some of the world's leading companies to realize their vision for a sustainable future. We use our local experience and deep expertise to ensure quality and sustainable performance, set safety standards, and resolve any issues that arise.

Interoperable battlefield energy supply through standardization in military vehicle hybrid powertrains

Jasper Groenewegen, MSc. (DNV) | Maj. Eelco Visser (NLMdG)
j.jasper.groenewegen@dnv.com | jcm.visser@mindef.nl

Current Tactical Land Vehicle

Future Tactical Land Vehicle

Forward Command Post / Forward Operating Base

A newly established Team of Experts Future Power Architecture under the LCG-LE panel is tasked to prepare draft Standardization Agreements for the following topics:

1. Standardizing safety specifications of hybrid powertrains
2. Standardizing high power mission subsystem input specification
3. Standardizing high power mission subsystem power interface
4. Standardizing charging / V2G interface
5. Standardizing offboard electrical device interface
6. Standardizing energy supply for portable devices

The Netherlands Ministry of Defence leads this initiative. The Team of Experts Future Power Architecture is being formed, with an invitation sent out through the LCG-LE Heads of Delegation to appoint their national subject matter experts to the group. The first (online) meeting is planned in June 2026.

Please share your thoughts on the standardization effort with us!

DNV supports the Netherlands Ministry of Defence in its leading of the NATO interoperability effort.

About DNV
DNV is an independent assurance and risk management provider, operating in more than 100 countries, with the purpose of safeguarding life, property, and the environment. As a trusted name for many of the world's most successful corporations, we help some of the world's leading companies to realize their vision for a sustainable future. We use our local experience and deep expertise to ensure quality and sustainable performance, set safety standards, and resolve any issues that arise.

Poster B7

Versorgung kritischer Infrastrukturen mit hybriden Netzersatzanlagen

Axel Seibel, Fraunhofer IEE

Das Fraunhofer IEE hat eine wegweisende, weltweit einsetzbare Lösung entwickelt, um die Versorgungssicherheit bei Stromausfällen zu stärken. Durch intelligente Stromrichter trägt das Produkt KRIPS zum Schutz der Bevölkerung als auch für die Landesverteidigung bei. Der Klimawandel und die Zeitenwende stellen alle Gesellschaften vor langfristige, große Herausforderungen. Eine zuverlässige Versorgung mit elektrischer Energie stellt einen zentralen Teil für den Bevölkerungsschutz als auch für die Verteidigungsfähigkeit dar. Im Falle eines Blackouts bspw. durch Zerstörung (Ahrtal 2021, Ukraine 2022-) oder Sabotage (Berlin 2026), der im schlimmsten Fall langfristig und flächendeckend sein kann, muss die Versorgung von kritischen Infrastrukturen gewährleistet bleiben. Dazu werden aktuell zumeist dieselbetriebene Netzersatzanlagen verwendet. Hoher Wartungsaufwand, sehr aufwendige Logistik mit fossilen Treibstoffen und Lärmbelästigung sind nur einige gewichtige Nachteile. Dennoch ist die Technologie robust, erprobt und einsatzfähig. Das Produkt KRIPS kombiniert Netzersatzanlagen mit Batteriespeichern und PV-Systemen, um Vorteile wie Dieseleinsparung, verringerter Wartungsaufwand der Netzersatzanlagen als auch Verminderung der Lärmbelastigung (Stressreduzierung). Dazu werden unter anderem erprobte Regelungsverfahren und Energiemanagementsysteme eingesetzt. Weiter soll im Vortrag dargelegt werden, wie eine solche hybride Netzersatzanlage ausgelegt werden sollte für den Einsatzfall, wie eine Amortisation bezüglich höherer Anschaffungskosten realisiert werden kann, wie eine Montage ohne Fachkräfte möglich ist und wie konventionelle Netzersatzanlagen aus dem Bestand integriert werden können.

Versorgung kritischer Infrastrukturen mit hybriden Netzersatzanlagen



A. Seibel, M. Jung, K. Brandt
Fraunhofer IEE für Energieeffizienz und Energiewirtschaft (IEE)
 Fraunhofer IEE, Postfach 101553, D-70545 Stuttgart, Deutschland

Innovatives Energiesorgungssystem von Fraunhofer IEE

Das innovative hybride Netzersatzsystem KRIPS (Kritischer Resilienter Infrastrukturschutz) stellt eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen dar. Es kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen.



Hybride Netzersatzanlagen

Das System besteht aus einem Diesel-Generator, einem Batteriespeicher (BESS) und einem PV-System. Die Energie wird über einen intelligenten Stromrichter (KRIPS) an die Verbraucher übertragen.

Waren hybride Netzersatzanlagen?

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:

- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen

Spezifikation	Effizienz	Autarkiezeit (h)
100 kW / 100 kWh	25-30%	100%
BESS (100 kWh)	85-90%	0
PV-System (100 kW)	90-95%	0
100 kW / 100 kWh	25-30%	100%
100 kW / 100 kWh	25-30%	100%

Waren hybride Netzersatzanlagen?

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:


- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen

Waren hybride Netzersatzanlagen?

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:

- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen

Versorgung kritischer Infrastrukturen mit hybriden Netzersatzanlagen



A. Seibel, M. Jung, K. Brandt
Fraunhofer IEE für Energieeffizienz und Energiewirtschaft (IEE)
 Fraunhofer IEE, Postfach 101553, D-70545 Stuttgart, Deutschland

Notfall für hybride Netzersatzanlagen im Batteriebetrieb für Microgrids

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:

- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen



Waren hybride Netzersatzanlagen?

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:

- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen

Spezifikation	Effizienz	Autarkiezeit (h)
100 kW / 100 kWh	25-30%	100%
BESS (100 kWh)	85-90%	0
PV-System (100 kW)	90-95%	0
100 kW / 100 kWh	25-30%	100%
100 kW / 100 kWh	25-30%	100%

Waren hybride Netzersatzanlagen?

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:

- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen

Versorgung kritischer Infrastrukturen mit hybriden Netzersatzanlagen



A. Seibel, M. Jung, K. Brandt
Fraunhofer IEE für Energieeffizienz und Energiewirtschaft (IEE)
 Fraunhofer IEE, Postfach 101553, D-70545 Stuttgart, Deutschland

Notfall für hybride Netzersatzanlagen im Batteriebetrieb für Microgrids

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:

- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen



Waren hybride Netzersatzanlagen?

Die hybride Netzersatzanlage KRIPS ist eine innovative Lösung für die Versorgung kritischer Infrastrukturen. Sie kombiniert konventionelle Netzersatzanlagen (DIESEL) mit Batteriespeichern (BESS) und PV-Systemen. Die Vorteile sind:

- Reduzierung des Wartungsaufwands
- Verringerter Lärmbelastigung
- Erhöhte Versorgungssicherheit
- Reduzierung der CO₂-Emissionen

Poster B8


Dezentrale Energieversorgungssysteme als Baustein der Resilienz militärischer Infrastruktur

Dr. Benjamin Lickert, Fraunhofer-Institut für Kurzzeiddynamik, Fraunhofer EMI


Mit dem Operationsplan Deutschland (OPPlan DEU) rückt die gesamtstaatliche Verteidigung in den Fokus, daher hat die Resilienz kritischer Infrastrukturen - insbesondere der Energieversorgung - eine zentrale Bedeutung. Auch die Funktionsfähigkeit moderner Streitkräfte hängt im Zuge der Digitalisierung insbesondere von einer jederzeit zuverlässigen Stromversorgung ab. Für die Bundeswehr ist die durchgängige Verfügbarkeit von IT-, Führungs-, Aufklärungs- und Wirksystemen Voraussetzung für Einsatz- und Durchhaltefähigkeit in Frieden, Krise und Verteidigungsfall. Stromausfälle können nicht nur zivile Strukturen, sondern auch die militärische Handlungs- und Führungsfähigkeit Deutschlands erheblich beeinträchtigen. Gleichzeitig wird das Stromnetz zunehmen zum Ziel hybrider Bedrohungen, wie Cyberangriffe oder Sabotageakte. Aktuell ist die Notstromversorgung mittels Dieselgeneratoren die etablierte Antwort auf Ausfälle des öffentlichen Stromnetzes. Allerdings hat Diesel diverse Nachteile: er kann nicht beliebig lang gelagert werden, der Verbrauch zur Notstromversorgung konkurriert mit anderen Nutzungen und Deutschland ist komplett vom Import von Erdöl abhängig, was das Land verwundbar für Lieferengpässe macht (siehe die aktuelle Blockade der Straße von Hormus). An dieser Stelle kann die Bundeswehr ihre strukturellen Potenziale gezielt dazu nutzen, die eigene Energieversorgung robuster und unabhängiger zu gestalten. Ihre großen Liegenschaften bieten erhebliche Möglichkeiten zur Erzeugung erneuerbarer Energien zur Absicherung kritischer militärischer Infrastrukturen. Mit modernen Batteriespeichern als Ergänzung zu klassischen Dieselgeneratoren und netzbildenden Wechselrichtern lassen sich ausgewählte Liegenschaften im Bedarfsfall als autarke, intelligent gesteuerte, Microgrids/Inselnetze betreiben. So wird bei Ausfällen des öffentlichen Stromnetzes die Einsatzbereitschaft wesentlicher militärischer Fähigkeiten mithilfe eigener Stromerzeugung aufrechterhalten, die Abhängigkeit von Diesel sinkt und die Umsetzung des OPPlan Deutschland sowie die gesamtstaatliche Resilienz im Verteidigungsfall werden vorangebracht. Dieser Beitrag beschreibt zentrale Schritte, um ein Inselnetz in diesem Sinne resilient zu planen und zu betreiben. Zunächst erfolgt eine simulationsbasierte Abschätzung der notwendigen technischen Kapazitäten für verschiedene Anforderungsszenarien. Dazu werden Erzeugungs- und Verbrauchsleistungen zeitlich aufgelöst abgebildet und quasidynamische Simulationen zur Leistungsbilanzierung angewendet. Dies ermöglicht eine Abschätzung der Zeitentwicklung von Batterieladezuständen und Betriebsmittelauslastungen. Ergänzend werden Parameterstudien hinsichtlich der Variation von Batteriekapazität, Erzeugungseinschränkungen und Verbrauchsreduktion durchgeführt. Autarkiezeiten können auf Basis mittlerer Erzeugungs- und Verbrauchsleistungen abgeschätzt werden, um etwa die erforderlichen Batteriespeicherkapazitäten zur Überbrückung von Dunkelflauten dimensionieren zu können. Außerdem wird zur Priorisierung lokaler Verbraucher untersucht, inwieweit lokale (kritische) Infrastrukturen voneinander abhängen, da diese wechselseitigen Abhängigkeiten dazu führen können, dass die Auswirkungen von Stromausfällen in der Infrastruktur kaskadieren. Das Verständnis dieser Zusammenhänge erlaubt es, den Nutzen von Ansätzen wie rollierender Stromversorgung verschiedener Infrastrukturen oder kontrollierten Lastabschaltungen zu bewerten, und liefert darüber hinaus zusätzliche Anhaltspunkte für die Auslegung der erforderlichen technischen Kapazitäten. Im Betrieb muss das potenzielle Inselnetz umfassend überwacht und aktiv gesteuert werden. Hierzu wird ein „Resilienz-Monitor“ vorgestellt, der Wetterdaten, Betriebsdaten des Inselnetzes und Daten des öffentlichen Stromnetzes verknüpft, aufbereitet und auswertet, um Präventivmaßnahmen – etwa das Aufladen lokaler Batteriespeicher – abzuleiten oder den rechtzeitigen Übergang in den Inselbetrieb zu initiieren.

Dezentrale Energieversorgungssysteme als Baustein der Resilienz militärischer Infrastruktur

Dr. K. Schwan, Dr. B. Lickert, Dr.-Ing. S. Ganten, Prof. Dr.-Ing. A. Stütz
Abteilung Sicherheit und Resilienz Technischer Systeme




Fraunhofer Institut für Kurzzeiddynamik, Ernst Mach Institut, EMI



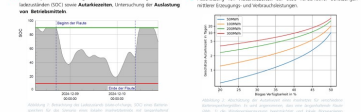
Netzeinspeisung:

- Die Systeme sind zunehmend durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Modere **Batteriespeicher** und **netzbildende Wechselrichter** ermöglichen **aktive Netz-Gleichrichtung**.
- Modere **Batteriespeicher** und **netzbildende Wechselrichter** ermöglichen **aktive Netz-Gleichrichtung**.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.



Dezentrale und zentrale Energieversorgung:

- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.




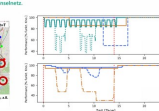
Energieerzeugung und Verbrauch:

- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.

Dezentrale Energieversorgungssysteme als Baustein der Resilienz militärischer Infrastruktur

Dr. K. Schwan, Dr. B. Lickert, Dr.-Ing. S. Ganten, Prof. Dr.-Ing. A. Stütz
Abteilung Sicherheit und Resilienz Technischer Systeme

Planung des Inselnetzes: Untersuchung des Kapazitätsverhaltens im Inselnetz





CAESAR Inselnetz:

- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.

Bestand des Inselnetzes: Erfüllen Resilienz-Anforderungen zur Verankerung und Aufrechterhaltung der lokalen Stromversorgung

- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.



Resilienz-Monitor:

- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.
- Die **Netzeinspeisung** ist durch **Netzeinspeisung** und **hybride Antriebe** (Batterien, Wechselrichter) versorgt.

Poster B9

Das integrierte Energiesystem im Multi-Domain-Einsatz: Lösungsansätze für neue Anforderungen durch das moderne Gefechtsfeld

Philipp Kitterer, DEUTZ

Das integrierte Energiesystem im Multi-Domain-Einsatz adressiert die wachsende Bedeutung von technologieübergreifenden Energiequellen als kritischen Wirkfaktor im modernen Gefechtsfeld und leitet daraus Anforderungen an zukünftige Logistik- und Infrastrukturkonzepte ab. Während das klassische Gefechtsfeld durch klar definierte Frontlinien, geschützte rückwärtige Räume und die Dominanz bemannter Plattformen geprägt war, entstehen heute breite, hochdynamische „contested zones“, in denen vernetzte, unbemannte Systeme weite Teile des Operationsgebietes überwachen und beeinflussen. Diese Entwicklung erhöht Reichweite, Reaktionsgeschwindigkeit und Wirkungstiefe, führt jedoch zu einem deutlich steigenden Energiebedarf und macht herkömmliche Versorgungslösungen verwundbar. Methodisch erfolgt der Beitrag als konzeptionelle Analyse, die klassische und moderne Gefechtsfelder systematisch gegenüberstellt und deren Implikationen für die Energie- und Logistikinfrastruktur herausarbeitet. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie sich Skalierung dezentraler Verbraucher, vergrößerte Einsatzzonen sowie die zunehmende Verwundbarkeit der Logistik auf die Auslegung zukünftiger Energiesysteme auswirken. Dabei werden die technischen und logistischen Anforderungen aus Sicht von Amtsseite und Streitkräften in funktionale Anforderungen überführt, die sich an Multi-Domain-Operations und bestehende NATO-/CRA-Standards anlehnen. Inhaltlich wird gezeigt, dass unbemannte Schwärme, verteilte Sensorik und dauerhafte digitale Vernetzung ein neues, stark dezentralisiertes Verbrauchsprofil erzeugen, das mit klassischen, linienförmigen Versorgungskonzepten nicht mehr ohne Weiteres bedienbar ist. Die vorgestellte Lösungsarchitektur setzt daher auf ein integriertes Energiesystem aus einer Hand, das Erzeugung, Speicherung und Bereitstellung entlang der gesamten Versorgungskette von der Basis bis in den unmittelbaren Wirkraum abbildet. Kern des Ansatzes sind skalierbare Energie-Module, die als digital vernetzte, autonome Energieknoten im Operationsraum agieren und UAV/UGV, Kommunikationsinfrastruktur sowie Edge-Computing bedarfsgerecht versorgen. Containerisierte Aggregate, modulare Speicherlösungen sowie hybride Antriebe mit intelligenten Redundanzen reduzieren Konvoifrequenz und Angriffsfläche der Versorgung und schaffen gleichzeitig Flexibilität für unterschiedliche Missionsprofile. Erwartet wird, dass ein derart integriertes Energiesystem die Fähigkeit der Streitkräfte stärkt, Lastspitzen aus Sensorik, Vernetzung und Drohnenoperationen vorausschauend zu managen und damit Einsatzbereitschaft, Durchhaltefähigkeit und Operationsfreiheit in der „contested zone“ signifikant zu erhöhen. Zugleich eröffnet der modulare Ansatz die Möglichkeit, Innovationszyklen im Bereich unbemannter Systeme, KI-gestützter Anwendungen und neuer Effektoren zu verkürzen, da neue Verbraucher ohne grundlegende Umplanung der Infrastruktur eingebunden werden können. Industrielle und technologische Souveränität – verstanden als europäische Wertschöpfung, kontrollierbare Lieferketten und flächendeckender Service – wird als Voraussetzung herausgearbeitet, diese Leistungsfähigkeit auch unter geopolitischem Druck langfristig abzusichern. Im Kontext dieser Konferenz positioniert sich der Beitrag als Bindeglied zwischen operativen Anforderungen, wehrtechnischer Entwicklung und industrieller Umsetzungskompetenz. Er liefert Impulse, wie Energieversorgung im Multi-Domain-Einsatz als integraler Bestandteil der Führungs- und Logistikinfrastruktur verstanden werden kann und welche militär-strukturellen Prinzipien notwendig sind, um die Einsatzfähigkeit vernetzter, unbemannter und bemannter Systeme in zukünftigen Konfliktszenarien resilient zu gestalten.

Das integrierte Energiesystem im Multi-Domain-Einsatz:
Lösungsansätze für neue Anforderungen durch das moderne Gefechtsfeld

Posteression B9 – Philipp Kitterer – DEUTZ Defense



Im klassischen Gefechtsfeld dominieren klare Einsatzräume und bemannte Plattformen

Klar definierte Frontlinie: Trennung von Gefechtszone und rückwärtigem Raum

Dominanz bemannter Plattformen: Panzer, Infanterie, Artillerie prägen das klassische Fahrzeugsbild

Limitationen von Sensoren und Effektoren: Begrenzte Aufklärungs- und Wirkungstiefe durch klassische Sensoren und Waffensysteme

Charakteristika klassischer Infrastruktur: Energieversorgung und Logistik im rückwärtigen Raum weitgehend geschützt



Schematische Darstellung „Klassisches Gefechtsfeld“

Das moderne Gefechtsfeld wird durch unbemannte Systeme, durchgängige digitale Vernetzung und vergrößerte Einsatzräume beschrieben

Klassische Frontlinie aufgelöst: Breite, „Contested Zone“ reicht tief in den eigenen Raum

Sensor-to-Shoot Zeit verringert: Vernetzte, unbemannte Systeme (UGVs, Loitering Munition, UAVs) kontrollieren weite Teile des Operationsgebietes

Neue Technologien auf dem Vormarsch: Modularität, Künstliche Intelligenz und Schwarmintelligenz steigern Leistungsfähigkeit, Einsatzzeit und den Energiebedarf verschiedener Quellen

Reale Einsatzdynamiken verkürzen Innovationszyklen: Aktuelle Konflikte beschleunigen die Entwicklung und unterstreichen die strategische Relevanz unbemannter Systeme



Schematische Darstellung „Modernes Gefechtsfeld“

Das integrierte Energiesystem im Multi-Domain-Einsatz:
Lösungsansätze für neue Anforderungen durch das moderne Gefechtsfeld

Posteression B9 – Philipp Kitterer – DEUTZ Defense



Auswirkungen auf die Infrastruktur

Skalierung dezentraler Verbraucher: Unbemannte Schwärme erfordern flächendeckende und kosteneffiziente Energieversorgung

Engpass Energie: Kontinuierlich wachsende Missionsanforderungen und immer leistungsfähigere Systeme treiben den Bedarf nach einem ausgewogenen Energiemix.

Vergrößerte Einsatzzone: Der derzeitige Operationsraum überschreitet die Reichweite aktueller UAVs und reicht über klassische Versorgungsschwellen hinaus.

Verwundbare Logistik: Konventionelle Versorgung wird zum primären Angriffsziel

Lösungsansatz: Integriertes Energiesystem für das moderne Gefechtsfeld

Integriertes Energiesystem aus einer Hand: Bestehende Logistikkonzepte werden durch Energieerzeugung, -speicherung und -bereitstellung ersetzt – getrieben von der Basisversorgung bis zur Front; ermöglicht durch einen intelligenten Technologiemix aus flüssigen Kraftstoffen und schnell-vertigbarer ortslicher Energie.

Lastspitzen vorausschauend managen: Skalierbare, NATO- und CRA-konforme Architektur fängt anfallende Verbrauchsspitzen aus Sensorik, Vernetzung und Drohnenoperationen ab

Digital vernetzte, autonome Energieknoten im Wirkraum: Containerisierte Aggregate und modulare Speicher versorgen UAV/UGV, Kommunikation und Edge-Computing autonom und fernbetriebsfähig – für weniger menschliches Eingreifen im Wirkraum.

Geringere Verwundbarkeit durch effizientere Antriebe: Hybride Antriebe und intelligente Redundanzen senken Konvoifrequenz und Angriffsfläche auf der Versorgungsgauche.

Industrielle und technologische Souveränität: Europäische Wertschöpfung, kontrollierbare Lieferketten und flächendeckender Service sichern Verfügbarkeit auch unter geopolitischem Druck.

Besuchen Sie uns auf unserem Stand (M14)



Poster B10

Resilienz und Autarkie in der Energieversorgung von Liegenschaften? Bewertung innovativer Netztopologien am Beispiel einer Modellliegenschaft

Kevin Alexander Winterfeld und **Philipp Wagner**, Helmut-Schmidt-Universität/UniBw Hamburg

Themenbereiche:

- Hybride Lösungen und energetische Systemarchitekturen
- Energieversorgung der Streitkräfte
- Erhöhung der militärischen Autarkie

Die sichere und resiliente Energieversorgung von Bundesliegenschaften ist angesichts zunehmender hybrider Bedrohungen und gezielter Angriffe auf kritische Infrastrukturen von strategischer Bedeutung. Viele Liegenschaften wurden historisch unter zivilen Prämissen geplant, wodurch Redundanz und Resilienz maßgeblich von externen Verteilnetzbetreibern abhängen. Jüngste Anschläge auf zivile KRITIS verdeutlichen die Vulnerabilität und Abhängigkeit von öffentlichen Verteilnetzen. Der Beitrag adressiert die Entwicklung einer Netztopologie, die den gestiegenen Anforderungen an eine widerstandsfähige Stromversorgung entscheidender Liegenschaften ab 2029 gerecht wird. Im Fokus stehen Schutz vor Sabotage, hybride Angriffsvektoren sowie die Bewertung bestehender technischer Maßnahmen wie Kabeltiefen, Netzaufteilung und Redundanzen. Am Beispiel einer industriell geprägten Modellliegenschaft der Marine werden innovative Konzepte wie Inselnetzfähigkeit, DC-Technologie und modulare Eigenerzeugung (erneuerbare Energien, Dieselgeneratoren, Batterie- und Redox-Flow Speicher) hinsichtlich ihrer Eignung zur Steigerung von Autarkie und Resilienz untersucht. Berücksichtigt werden die spezifischen Anforderungen militärischer Standorte, die Abstufung der Kritikalität einzelner Liegenschaften, die technische Umsetzbarkeit von Insel- und Hybridnetzen sowie die Anpassungsfähigkeit der Netztopologie an unterschiedliche Bedrohungsszenarien. Ziel ist es, belastbare Kriterien für eine zukunftsfähige Netztopologie abzuleiten, die technische, operationelle und sicherheitsspezifische Anforderungen erfüllt und die Verteidigungsfähigkeit nachhaltig stärkt.

Resiliente elektrische Energieversorgung 2029+ für Bundesliegenschaften – Entwicklung eines übergreifenden Resilienz- und Netzmodells in der Modellliegenschaft Marines arsenal Warnowwerft
 Philipp Wagner, Kevin Alexander Winterfeld, Detlef Schulz

Motivation
 Die Sicherung des militärischen Versorgungswerts ist die Basis für die Existenz und Fortentwicklung von Streitkräften. Die Aufgabe der Energieversorgung ist von zentraler Bedeutung für die operativen Fähigkeiten der Bundeswehr. Die Energieversorgung der Bundeswehr ist durch die Abhängigkeit von zivilen Energieversorgungsunternehmen (EVU) und die damit verbundenen Risiken für die Versorgungssicherheit in Krisensituationen gekennzeichnet. Die Abhängigkeit von zivilen Energieversorgungsunternehmen (EVU) ist ein zentraler Aspekt der Energieversorgung der Bundeswehr. Die Abhängigkeit von zivilen Energieversorgungsunternehmen (EVU) ist ein zentraler Aspekt der Energieversorgung der Bundeswehr.

Betrachtete Aspekte
 • Resilienz
 • Autarkie
 • Redundanz
 • Flexibilität
 • Skalierbarkeit
 • Nachhaltigkeit
 • Wirtschaftlichkeit

Aspekte Energiesektor
 • Erzeugung
 • Übertragung
 • Verteilung
 • Speicherung
 • Umwandlung

Aspekte physische Bedrohung
 • Sabotage
 • Cyberangriffe
 • Naturkatastrophen
 • Terroranschläge

Ausgang historische Anschläge
 Die Energieversorgung der Bundeswehr ist durch die Abhängigkeit von zivilen Energieversorgungsunternehmen (EVU) und die damit verbundenen Risiken für die Versorgungssicherheit in Krisensituationen gekennzeichnet. Die Abhängigkeit von zivilen Energieversorgungsunternehmen (EVU) ist ein zentraler Aspekt der Energieversorgung der Bundeswehr.

Lösungsansatz
 Entwicklung verschiedener Netztopologien abgestuft nach Zielerfüllung und Aufwand

Wichtige Merkmale
 • Modularität
 • Skalierbarkeit
 • Flexibilität
 • Nachhaltigkeit
 • Wirtschaftlichkeit

Erweiterung übergeordneter Vorhaben zur beschleunigten Realisierung
 • Beschleunigung der Realisierung
 • Erhöhung der Flexibilität
 • Erhöhung der Nachhaltigkeit
 • Erhöhung der Wirtschaftlichkeit

Abwägungskriterien
 • Kosten
 • Flexibilität
 • Nachhaltigkeit
 • Wirtschaftlichkeit

Kontakt
 Philipp Wagner, Kevin Alexander Winterfeld, Detlef Schulz
 Helmut-Schmidt-Universität/UniBw Hamburg



Energieversorgung der Bundeswehr sichern und resilient gestalten

Warum Kriegstüchtigkeit neue Strategien der militärspezifischen Energieversorgung benötigt

Poster B12

Analyse und Bewertung von Energieinfrastruktur zur simulationsgestützten Resilienz-Betrachtung am Beispiel einer militärischen Liegenschaft

Matthias Sandkaulen, Industrieanlagen- Betriebsgesellschaft

Zielsetzung und Relevanz

Zuverlässige Energieversorgung ist keine Option, sondern Voraussetzung — doch auf vielen militärischen Liegenschaften fehlt die grundlegende Transparenz über Lage, Zustand und Kapazität der eigenen Infrastruktur. Unbekannte Kabeltrassen, nicht bewertete Anlagen und ungeklärte Lastkapazitäten machen eine gezielte Instandhaltung und erst recht eine belastbare Resilienzplanung nahezu unmöglich. Der vorliegende Beitrag stellt einen methodisch konsistenten, sechstufigen Analyse- und Bewertungsansatz vor, der diese Wissenslücken systematisch schließt — und damit die Grundlage für eine wirklich belastbare Energiestrategie schafft.

Methodischer Ansatz

Der Ansatz gliedert sich in sechs aufeinander aufbauende Schritte. In der **Bestandserfassung** (Schritt 1) wird die Liegenschaft terrestrisch (GNSS, Tachymetrie), induktiv und luftgestützt (Luftbild, LiDAR) vollständig vermessen; alle relevanten Parameter werden erfasst und zu einem GIS-gestützten Leistungskataster verdichtet. Die anschließende **technische Zustandsbewertung** (Schritt 2) umfasst die visuelle und messtechnische Inspektion aller Anlagen nach VDE, DGUV und IEC sowie die Analyse von Lichtbogenenergie (IEEE 1584), Kurzschlussströmen (IEC 60909), Schutzselektivität und Thermografie — das Ergebnis ist eine vollständige Zustandsdokumentation je Anlage und für das Gesamtnetz.

Aufbauend darauf werden in Schritt 3 **stationäre Lastflussberechnungen** (DIN VDE 0100) durchgeführt, die Engpässe, Überlastungen und Kapazitätsreserven je Transformatorstation und für das Gesamtnetz ausweisen. Durch Integration des Masterplans des Auftraggebers entsteht ein Belastbarkeitsprofil für Ist-Zustand und geplante Liegenschaftsentwicklung. In Schritt 4 werden alle Ergebnisse in einem **kategorisierten Sanierungs- und Handlungsplan** verdichtet — ein priorisierter Maßnahmenkatalog von Sofortmaßnahmen bis zur Langfristplanung, differenziert nach aktuellem Erhalt und geplanter Entwicklung.

Schritt 5 integriert Aspekte der **Energiewende**: E-Ladeinfrastruktur, PV-Eignung und Gebäudeenergieaudits (inkl. GEG-Konformitätsprüfung) werden auf Basis der realen Lastanalyse bewertet und liefern ein nahezu vollständiges Bild der Energieinfrastruktur. Den Abschluss bildet in Schritt 6 eine **Resilienz Betrachtung** mittels eines eigenentwickelten Energie-Simulators: Der Blackout-Fall wird realitätsnah abgebildet, dezentrale Erneuerbare und PV-gestützte Notstromlösungen gezielt integriert — und simuliert, wie lange kritische Gebäude autonom versorgt bleiben können.

Einordnung und Fazit

Der vorgestellte Ansatz adressiert unmittelbar die Kernfrage der Konferenz: Wie lässt sich die Energieversorgung der Bundeswehr nicht nur sichern, sondern resilient gestalten? Die Antwort beginnt nicht bei der Technologie, sondern bei der Datenlage. Nur wer Lage, Zustand und Kapazität seiner Energieinfrastruktur kennt, kann gezielt sanieren, zukunftsfähig planen und im Ernstfall autonom agieren. Der Beitrag zeigt, dass ein strukturierter, normenkonformer Analyse- und Bewertungsprozess die Voraussetzung ist — und liefert mit dem Energie-Simulator ein konkretes Werkzeug für die operative Resilienzplanung.

Poster B13

Vom Stromnetz zur Einsatzfähigkeit: Lagebilder und Resilienz für die Energieversorgung der Bundeswehr

Fiete Kolk, Orcrist Technologies und **Alexander Hommes**, Fraunhofer FHR

Die Sicherstellung einer resilienten und kriegstüchtigen Energieversorgung ist eine zentrale Voraussetzung für die Einsatzfähigkeit der Bundeswehr und verbündeter Streitkräfte. Die fortschreitende Dezentralisierung der Energiesysteme, die zunehmende Abhängigkeit von digitaler Steuerung sowie die Bedrohung durch hybride Angriffe erhöhen die Komplexität und Verwundbarkeit der Energieinfrastrukturen erheblich. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Reaktionsgeschwindigkeit und Durchhaltefähigkeit im Krisen- und Verteidigungsfall.

Das Projekt COPERNOs* adressiert diese Fähigkeitslücke durch die Entwicklung eines mehrdimensionalen Common Operational Picture (COP) für kritische Energieinfrastrukturen. Ziel ist es, eine nahezu echtzeitfähige Situational Awareness, sichere und robuste Kommunikationsverbindungen sowie eine koordinierte schnelle Reaktionsfähigkeit für zivile und militärische Akteure bereitzustellen.


Kern des Konzepts ist eine mehrschichtige Sensor- und Kommunikationsarchitektur, die terrestrische und nicht-terrestrische Netze kombiniert. Satellitengestützte Sensorik, einschließlich multispektraler und radarbasierter Systeme, ermöglicht die Überwachung von Energiekorridoren und umweltbedingter Risiken. Diese Beobachtungsdaten werden mit Telemetrie aus Netzleitsystemen und dezentralen Energieanlagen zusammengeführt, um grenzüberschreitende Störungen und Instabilitäten frühzeitig zu erkennen.

KI-gestützte Edge-Verarbeitung unterstützt dabei die Anomalieerkennung sowie die Koordination von Black-Start-Szenarien. Ergänzend ermöglicht eine satellitengestützte Führungs- und Kontrollfähigkeit den Einsatz unbemannter Luft- und Bodenfahrzeuge für Aufklärung, Inspektion und Ereignisreaktion, auch in abgelegenen oder kommunikationsgestörten Einsatzräumen.

Der COPERNOs-Ansatz leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Resilienz militärischer Energieversorgung und zur nachhaltigen Sicherstellung der Verteidigungsfähigkeit.

NATO Defence Against Terrorism Programme of Work (DAT-PoW): COPERNOs - Common Operational Picture for Energy System Resilience via Multi-Layer-Network Observation

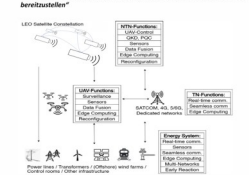
Autoren:
Alexander Hommes (Fraunhofer FHR) und Fiete Kolk (Orcrist Technologies)
in Zusammenarbeit mit dem NATO COPERNOs Konsortium.



Durch erhöhte Resilienz bei kritischer Energieinfrastruktur und durch Nutzung neuer Satellitentechnologien regiert ein multidimensionales Konsortium im Rahmen eines NATO-Projekts auf die neue globale Herausforderung

COPERNOS - Schutz kritischer Energieinfrastruktur durch vernetztes Lagebild

„Ziel des Projektes ist es, eine nahezu echtzeitfähige Situational Awareness, sichere und robuste Kommunikationsverbindungen sowie eine koordinierte schnelle Reaktionsfähigkeit für zivile und militärische Akteure bereitzustellen.“



Herausforderung

- Cyberangriffe auf Energie- und Netzleitsysteme erfolgen häufig verdeckt und parallel über mehrere Systeme hinweg und können großflächige Störungen auslösen.
- Bestehende nationale Instrumente sind fragmentiert, untereinander nicht kompatibel und unzureichend für die Erkennung hybrider Bedrohungen
- Erhebliche Schwachstellen bei dezentralen Netzen, Offshore-Anlagen und Unternetzwerken
- Ohne gemeinsames, echtzeitfähiges Lagebild eskalieren Störungen rasch und gefährden Zivilbevölkerung, Verteidigungsbereitschaft und multinationale Stabilität

Zielsetzung


- Echtzeitfähige Situational Awareness kritischer Energieinfrastrukturen
- Sichere und robuste Kommunikationsverbindungen
- Koordinierte schnelle Reaktionsfähigkeit für zivile und militärische Akteure
- Beitrag zur Resilienz europäischer Energieversorgung und der NATO Staaten

Lösungsansatz

- Mehrschichtige Sensor- und Kommunikationsarchitektur, die terrestrische und nicht-terrestrische Netze kombiniert
- Satellitengestützte Sensorik (multispektral, radarbasiert) zur Überwachung von Energiekorridoren und sensibler Infrastruktur
- Fusion von Beobachtungsdaten mit Telemetrie aus Netzleitsystemen und dezentralen Energieanlagen
- KI-gestützte Edge-Verarbeitung: Anomalieerkennung, Predictive Maintenance, Vorhersage und Koordination von Black-Start-Szenarien
- Satellitengestützte Führungs- und Kontrollfähigkeit für unbemannte Luft- und Bodenfahrzeuge zur Aufklärung, Inspektion und Ereignisreaktion

Roadmap für die kommenden 18 Monate

Im März 2024 fand im Internationalen Club im Auswärtigen Amt die Aufkürungsveranstaltung des Projektes statt, gefolgt vom internationalen Projektauftritt im NATO Hauptquartier im Juli.



Kontakt
COPERNOS Projektconsortium
proj@copernos.org
<https://copernos.org>

Poster B15

Batterietechnologie und Wertschöpfung: Strategische Abhängigkeiten und technologische Souveränität

Dr. Philipp Wunderlich, Accenture Industry X

Batterietechnologien sind eine zentrale Schlüsselressource für Energieversorgung, Mobilität und sicherheitskritische Infrastrukturen. Der Beitrag untersucht, inwieweit Europa entlang der Batterie-Wertschöpfungskette technologische Souveränität sichern kann, obwohl wesentliche Segmente weiterhin von globalen Akteuren – insbesondere in Asien – dominiert werden. Die Relevanz ergibt sich aus geopolitischen Abhängigkeiten, volatilen Lieferketten und der wachsenden Bedeutung von Batterien als kritische Infrastruktur.

Die Analyse basiert auf einer ganzheitlichen Betrachtung der Batterie-Wertschöpfungskette von Rohstoffgewinnung über Zellfertigung bis hin zu Systemintegration und Recycling. Dabei werden technologische, industrielle und geopolitische Dimensionen integriert sowie Risiken in den Bereichen Markt, Beschaffung und Betrieb systematisch bewertet.

Die Ergebnisse zeigen ein ambivalentes Bild: Europa verfügt über Stärken in Forschung, Systemintegration und Batterieintelligenz, weist jedoch deutliche Defizite in Industrialisierung und Skalierung auf. Kritische Abhängigkeiten bestehen insbesondere bei Rohstoffen, Vorprodukten und Zellfertigung, während sich industrielle Wertschöpfung zunehmend in außereuropäische Märkte verlagert.

Zentral ist die Erkenntnis, dass technologische Souveränität nur durch integrierte Wertschöpfungsnetzwerke erreicht werden kann. Die Kontrolle über Batteriezellen, Schlüsselkomponenten sowie Daten- und Softwarearchitekturen ist dabei entscheidend, um wirtschaftliche und sicherheitsrelevante Risiken zu begrenzen.

Daraus werden strategische Handlungsoptionen abgeleitet, darunter der Aufbau europäischer Produktionskapazitäten, die Förderung von Industrieclustern und Partnerschaften sowie die Entwicklung geschlossener Materialkreisläufe. Im Kontext der Konferenz liefert der Beitrag eine systemische Perspektive auf Batterietechnologien als Hebel für Resilienz und Versorgungssicherheit in Europa.

The image shows two vertical posters from Accenture, both titled 'Batterietechnologie und Wertschöpfung' by Dr.-Ing. Philipp Wunderlich. The top poster, 'Strategische Abhängigkeiten', highlights that without battery control, Germany loses industrial sovereignty. It features four data points: 2.3 TWh production in Germany, 86% reliance on raw materials from China, 55% reliance on components from Asia, and less than 25% of capacity in Europe. It includes a value chain diagram and a risk matrix. The bottom poster, 'Technologische Souveränität', focuses on the need for integrated value networks to achieve technological sovereignty. It features a circular diagram of the value chain and lists various actors in the European battery industry.