

GEOINFO FORUM

Mitteilungen des
Geoinformationsdienstes der Bundeswehr



BUNDESWEHR

INHALT

ERSTER VETERANENTAG IN EUSKIRCHEN	5
Oberstleutnant Ralf Keller	
DAS UNTERSTÜTZUNGSKOMMANDO DER BUNDESWEHR UND DIE AUFGABEN IM FACHGEBIET GEOINFORMATIONSWESEN	9
Oberst Ralf Lasinski	
AUSRICHTUNG DER GEOINFORMATIONSENTWICKLUNG IN DER LUFTWAFFE AUF DIE LANDES- UND BÜNDNISVERTEIDIGUNG	12
Oberstleutnant Stefan Damm, Oberstleutnant Danny Daniel, Oberstleutnant Jörg Moser, Major Martin Molkenin, Oberstleutnant Manuel Keil	
GEOMETOC-UNTERSTÜTZUNG IM NATO ALLIED JOINT SUPPORT AND ENABLING COMMAND – JSEC	18
Oberstleutnant Jens Voge, Oberstleutnant Dirk Nehring	
ÜBERSCHWEMMUNGSGEFAHRENANALYSEN ALS BEITRAG ZUM SCHUTZ VON KRITISCHER INFRASTRUKTUR	21
Major Kevin Rieger	
SEEGANGSMODELLIERUNG	25
Dr. Joern Geisbüsch, Oberregierungsrat Dr. Lars Wiegand, Regierungsdirektor Uwe Paul	
TOFFZ-LEERFASSUNG UND AUSWERTUNG VON 3D-DATEN IN DER DENKMALPFLEGE	32
Leutnant Kristina Rassau	
NUTZUNG VON OPEN DATA ALS QUELL-VEKTORDATEN UND BEREITSTELLUNG ALS „ERGÄNZENDE GEOINFORMATION“	36
Technischer Oberregierungsrat Weert Weers, Hauptmann Tobias Koch, Oberstabsfeldwebel Marcus Küsters	
RESSORTÜBERGREIFENDE GRENZDATEN FÜR BMVG, BND UND AA	46
Regierungsamtmann Henry Schubert	
INDO-PACIFIC DEPLOYMENT 2024 – IPD 24	49
Oberstleutnant Daniel Schiek	

GEOFAKTOR VEGETATION – GEBIRGE	51
Oberregierungsrat Dr. Stefan Koller, Oberstleutnant Kamila Nowak, Oberstleutnant Matthias Krüger, Hauptmann Peter Hubrich	
„GRÜNE“ METOC-AUSBILDUNGSWOCHE ODER: WETTERFRÖSCHE IN IHREM NATÜRLICHEN HABITAT	53
Oberstleutnant Oliver Grantz	
KONSOLIDIERUNG DER IT IM GEOINFODBW – EIN AKTUELLER ZWISCHENSTAND	56
Oberstleutnant Rainer Suhr	
LEBENSKUNDLICHES SEMINAR IN YSSELSTEYN	58
Major Florian Hartmann	
25 JAHRE ALS SOLDAT AM BODEN FÜR DIE (GEOINFO-)UNTERSTÜTZUNG IN DER LUFTWAFFE	60
Oberstleutnant Manuel Keil	
40 JAHRE IN DER BUNDESWEHR – VOM ENDE DES KALTEN KRIEGES BIS HEUTE	61
Oberstleutnant Manuel Keil	
WIR BETRAUERN	62
LETZTE VERÖFFENTLICHUNGEN DES GEOINFO FORUMS	64

Titelbild: Am 14. Juni 2025 fand am Standort Euskirchen der erste Veteranentag statt. (Quelle: ZGeoBw/Keller)



△ Abb. 1: Am 14. Juni 2025 fand der erste Nationale Veteranentag am Standort Euskirchen statt. (Quelle: ZGeoBw/Keller)

ERSTER VETERANENTAG IN EUSKIRCHEN

OBERSTLEUTNANT RALF KELLER

Der Deutsche Bundestag hat am 25. April 2024 mit einer breiten Mehrheit die Einführung eines Veteranentages beschlossen, um deutschlandweit ein Signal der Wertschätzung zu setzen. Im Anschluss beauftragte die Bundesregierung das Bundesministerium der Verteidigung mit der operativen Umsetzung des ersten nationalen Veteranentages am 15. Juni 2025. Die Umsetzung erfolgt zusammen mit verschiedenen Organisationen, Vereinen, Initiativen und Verbänden. Die Schirmherrin des Veteranentages, Bundestagspräsidentin Julia Klöckner, MdB sagte: „Wir stehen Schulter an Schulter mit unseren Veteraninnen und Veteranen und möchten ihnen mit diesem Tag einfach den Respekt erweisen, den sie verdienen – und zusammen feiern. Nicht nur in Berlin, sondern im ganzen Land. Mit Groß und Klein. Mit Jung und Alt. Gemeinsam.“



Der Begriff **Veteran** hat seinen Ursprung im Lateinischen und leitet sich vom Wort „vetus“ ab, was „alt“ oder „erfahren“ bedeutet. In der Antike bezeichnete das Wort „veteranus“ einen Soldaten, der nach einer langen Dienstzeit in den Ruhestand trat. Die Veteranen galten nicht nur als kampferprobte Krieger, sondern auch als wertvolle Mitglieder der Gesellschaft, da sie durch ihre Erfahrung und Loyalität das Gemeinwesen stärkten. Besonders im Römischen Reich wurden Veteranen hochgeschätzt. Nach ihrer Entlassung aus dem Militärdienst erhielten sie oft Ackerland und andere Privilegien als Dank für ihre Dienste. Als Veteranin oder Veteran in Deutschland gelten alle, die Soldatin oder Soldat der Bundeswehr sind oder waren und anschließend ehrenhaft aus dem Dienst entlassen wurden. Laut dieser Definition leben damit in Deutschland rund zehn Millionen Veteraninnen und Veteranen: Zehn Millionen Menschen, die unserem Land dienen oder gedient haben. Rund 450.000 Soldatinnen und Soldaten sind „altgedient“ und haben Kriegserfahrung aus den Einsätzen der Bundeswehr.

Der nationale Veteranentag ist ein deutschlandweiter Tag des Dialoges mit den Veteraninnen und Veteranen, die unsere Freiheit sichern und unsere Demokratie verteidigen – wenn nötig auch mit ihrem Leben. In vielen Ländern der Welt ist der Begriff „Veteran“ mit Stolz, mit öffentlicher Anerkennung und gesellschaftlicher Präsenz verbunden. Ein Veteranentag – das klingt in anderen Ländern vertraut, fast selbstverständlich. In den USA, in Frankreich oder im Vereinigten Königreich gibt es eine lange Tradition, den Dienst der Soldatinnen und Soldaten öffentlich zu würdigen – eine Veteranenkultur. In Deutschland haben wir nach dem Ende des zweiten Weltkriegs lange gerungen – um einen Begriff, um eine Definition, um einen Platz in unserer Erinnerungskultur. Heute sagt der Bundesminister für Verteidigung klar: „Jeder, der in der Bundeswehr gedient hat, ist Veteran oder Veteranin.“ Dass die Bundeswehr sich dem Thema Veteranen zunächst zögerlich genähert hat, hat viel mit der deutschen Geschichte zu tun – mit der Verantwortung, die dieses Land aus zwei Weltkriegen trägt. Militärisches Pathos wurde gemieden – aus guten Gründen. Doch aus Zurückhaltung darf keine Gleichgültigkeit und kein Vergessen werden. Und aus historischem Bewusstsein darf heute keine Unsichtbarkeit für jene entstehen, die bereit sind, für Freiheit und Frieden ihr Leben zu geben. Eine gefestigte Veteranenkultur beinhaltet drei Dinge: Sie würdigt. Nicht nur Heldentaten, sondern auch das stille Aushalten. Nicht nur Medaillen, sondern auch die Verantwortung. Sie begleitet. Auch nach dem Dienst. Gerade wenn Wunden zurückbleiben – sichtbar oder unsichtbar. Sie verbindet. Gesellschaft und Truppe. Uniformierte und Zivile. Junge Generationen mit den Erfahrungen der älteren. Veteranen sind keine „Anderen“. Sie sind unsere Nachbarn, unsere Kollegen, unsere Vereinsfreunde. Sie waren oder sind Staatsbürger in Uniform und damit Teil der Gesellschaft. Eine Veteranenkultur braucht nicht zuvorderst Denkmäler oder große Paraden. Sie beginnt dort, wo ein Schüler oder eine Schülerin mit einem Veteranen ins Gespräch kommt. Wo ein Bürgermeister beim Empfang nicht nur Orden verteilt, sondern zuhört. Wo eine Gesellschaft sagt: Wir vergessen euch nicht. Wir hören zu, auch nach dem Dienst. Wir stehen erst am Anfang. Wir sind auf einem guten Weg. Wir haben begonnen.

- Mit dem Veteranenkonzept der Bundeswehr.
- Mit dem ersten bundesweiten Veteranentag.
- Mit Veteranenzentren, Forschungsprojekten, Dialogformaten.

Viele Menschen verbinden mit dem Dienst in der Bundeswehr Uniform, Kasernen und Einsätze. Doch für diejenigen, die diesen Weg gehen, bedeutet es so viel mehr: Kameradschaft, Pflichtbewusstsein, Belastbarkeit, aber auch Verzicht, Abschied und manchmal tiefgreifende Erfahrungen – gute wie belastende. Sie haben ihre Heimat verlassen, um anderen Menschen

Sicherheit zu bringen. Sie haben Verantwortung übernommen in Regionen, aus denen Andere fliehen. Sie haben gezeigt, dass Freiheit nicht selbstverständlich ist – und dass wir sie schützen müssen, mit Mut, Haltung und Entschlossenheit.



△ Abb. 2: Der Standortälteste Brigadegeneral Webert (Quelle: ZGeoBw/Keller)

Der russische Angriffskrieg gegen die Ukraine hat uns drastisch vor Augen geführt: Frieden ist keine Selbstverständlichkeit. Die Zeitenwende ist auch in Euskirchen spürbar – in gestiegener Präsenz der Bundeswehr, in Diskussionen über Verteidigungsbereitschaft, in der Sorge vieler Bürgerinnen und Bürger um Sicherheit und Zusammenhalt in Deutschland und Europa. Aber gerade in dieser Zeit zeigt sich, wie wichtig Menschen sind, die bereit sind, Verantwortung zu übernehmen. Die nicht nur von Werten reden, sondern sie mit ihrem Leben verteidigen. Veteranen sind solche Menschen. Sie haben diese Verantwortung getragen. In Afghanistan, im Kosovo, in Mali – und auch im Katastrophenfall im Inland wie beispielsweise bei der Fluthilfe an der Ahr oder Erft. Und viele von ihnen engagieren sich auch nach dem Dienst – in Feuerwehren, im Katastrophenschutz, im Ehrenamt. Natürlich auch hier in Euskirchen.

Brigadegeneral Peter Webert, Standortältester Euskirchen: „Die Umsetzung des Operationsplanes Deutschland erfordert aber nicht nur an dieser Stelle eine breite gesellschaftliche Unterstützung. Die Bevölkerung muss verstehen, warum es schon in der Vorbereitungsphase zu massiven Truppenbewegungen auf unseren Autobahnen und dem Schienennetz, an unseren Häfen und Flughäfen sowie in unseren Städten und Dörfern kommen wird. Veteraninnen und Veteranen, die durch ihre berufliche Erfahrung über militärische Expertise verfügen, können hier wichtige Multiplikatoren in Richtung Gesellschaft sein.“

Der Standortälteste Euskirchen, Brigadegeneral Peter Webert lud am 14. Juni 2025 zahlreiche Vertretende aus Politik, Wirtschaft, Vereinen, Verbänden und Kameradschaften in die Mercator-Kaserne zum ersten Veteranentag ein. Die Teilnahme von vielen ehemaligen und aktiven Soldatinnen und Soldaten an der Veranstaltung zeigt die Verbundenheit, die nicht selbstverständlich ist. Euskirchen ist die Heimat des viertgrößten Bundeswehrstandorts in Nordrhein-Westfalen mit weit mehr als 1.000 Soldatinnen und Soldaten. Aber es geht um mehr als Zahlen. Es geht um die Menschen, die als Staatsbürger in Uniform in Euskirchen dienen, gedient haben und leben. Familien, die hier ihre Heimat gefunden haben. Veteraninnen und Veteranen, die nach ihrem Dienst geblieben sind. Reservedienstleistende, die sich weiterhin engagieren. Und die Bürgerinnen und Bürger dieser Stadt, die diese Menschen unterstützen, aufnehmen, wertschätzen. Hier arbeiten, leben und engagieren sich Soldatinnen und Soldaten gemeinsam mit der Zivilbevölkerung. Und es ist kein Zufall, dass dieser erste Schritt hin zu einer breiteren gesellschaftlichen Anerkennung unserer Veteraninnen und Veteranen gerade hier beginnt. Euskirchen blickt auf eine lange Geschichte als Garnisonstadt zurück, in der die Bundeswehr ein selbstverständlicher Teil des alltäglichen Lebens ist. Ein Ort, an dem sich Uniform und Zivil seit Jahrzehnten mit Respekt begegnen. Ein Ort, an dem der Dialog zwischen Truppe und Stadtgesellschaft gewachsen, ehrlich und aktiv gelebt wird. Denn viele von ihnen haben hier ihren Dienst begonnen, andere haben ihn hier beendet – und manche sind zurückgekehrt, weil diese Stadt und das Umland zu einem Stück Heimat geworden sind. Die Stadt hat sie gern aufgenommen. Und heute stellt sie die Veteraninnen und Veteranen in den Mittelpunkt.



△ **Abb. 3:** Minister Nathanael Liminski bei seiner Rede anlässlich des ersten Veteranentages in der Mercator-Kaserne (Quelle: ZGeoBw/Keller)

Für die Landesregierung NRW sprach Nathanael Liminski, NRW-Minister für Bundes- und Europaangelegenheiten, Internationales und Medien ein Grußwort. „Diesen Dienst dürfen wir als Gesellschaft nie als Selbstverständlichkeit hinnehmen. Dieser Dienst verdient Respekt, Dank, Erinnerung und vor allem Fürsorge.“, sagte Liminski. Er würdigte die Einführung des Veteranentages: „Dies ist ein wichtiger Meilenstein in der Veteranenpolitik. Gleichzeitig kommt dieser Schritt spät. 32 Jahre, nachdem mit Alexander Arndt der erste Bundeswehrsoldat im Auslandseinsatz in Kambodscha getötet wurde, ist dieser Schritt längst überfällig.“. Der Festakt vor dem Reichstag sei wichtig. „Aber mindestens ebenso wichtig, wenn nicht noch wichtiger, ist die Verankerung des Veteranentags vor Ort, wo die Bundeswehr ihr Zuhause hat, wie hier in Euskirchen.“. Liminski erklärte, die späte Anerkennung in Form des Veteranentags habe nicht an der Bundeswehr oder fehlenden Konzepten gelegen.

Nathanael Liminski, NRW-Minister für Bundes- und Europaangelegenheiten, Internationales und Medien: „Es liegt daran, dass unsere Gesellschaft leider viel zu lange die Augen vor der Einsatzrealität der Bundeswehr verschlossen hat. Das Thema galt als unbequem, und Bilder von bewaffneten, kämpfenden oder gar verletzten deutschen Soldaten waren tabu. In unserer Gesellschaft wollte man die Bundeswehr lieber als eine Art bewaffnetes THW verstehen, wie der Militärhistoriker Sönke Neitzel es passend beschreibt.“

Jedes Jahr kommen die Angehörigen des ZGeoBw am Gedenkstein in der Mercator-Kaserne zusammen, um dem in Afghanistan gefallenen Stabsgefreiten Stefan Kamins zu gedenken. Mit einer Schweigeminute und einer Kranzniederlegung wird sich in Euskirchen an den in Afghanistan durch eine Panzermine ums Leben gekommenen Kameraden des Geoinformationsdienstes erinnert, um diesen in ehrendem Gedächtnis zu behalten. Am Donnerstag, dem 29. Mai 2003, Christi Himmelfahrt, bewegte sich eine Erkundungspatrouille der Kabul Multinational Brigade auf Marschwegen im landesüblichen schwierigen Gelände südlich von Kabul, um mögliche alternative Routen zur Vermeidung von der Nutzung enger Durchgangsstraßen durch das Stadtgebiet für Kräfte zu verifizieren, die in dieser Region operieren müssen. Mit dabei war ein GeoInfo-Team in einem 0,9 t gl Wolf, ein Oberfeldwebel des GeoInfo-Teams als Fahrzeug- und Trupp-Führer und Stabsgefreiter Kamins als Fahrer. Der Auftrag hieß: Detaillierte Standortbestimmung/Tracking-Einmessung der Route zur anschließenden Übernahme derselben in unsere ISAF-Datenbasis und Verwendung bei der Erstellung der üblichen GeoInfo-Produkte – ein völlig normaler, dutzende Male durchgeführter Routineauftrag für den Trupp. Im Zuge der Marschbewegung fuhr das Kfz auf eine Panzermine auf, was den Tod von Stefan Kamins und Verwundung des OFw zur Folge hatte.



△ Abb. 4: Brigadegeneral Webert bei der Kranzniederlegung zu Ehren des gefallenen Kameraden Kamins (Quelle: ZGeoBw/Keller)

Und plötzlich fehlte ein Kamerad in unserer Gemeinschaft, der Krieg hatte ein vertrautes Gesicht bekommen! Zeigt doch dieser gefährliche Einsatz in aller Eindringlichkeit, dass der Beruf des Soldaten eben kein „Job wie jeder andere“ ist. Nein, er ist viel mehr als ein Beruf: eine Berufung ohne Wenn und Aber, die sehr wohl das höchste von einem Menschen fordern kann, was er geben kann: sein Leben. Das Gedenken an Stabsgefreiten Kamins ist wichtig, um ihn zu ehren und in Erinnerung zu behalten. Er wird nie vergessen werden.

Der Veteranentag ist ein Gedenktag, eine Brücke. Eine Brücke zwischen der Bundeswehr und der Gesellschaft. Denn es geht heute nicht nur um diejenigen, die gedient haben. Es geht auch um uns – um unser Bild von Verantwortung, von Sicherheit, von Zusammenhalt. Unsere Gesellschaft lebt vom Engagement ihrer Bürgerinnen und Bürger. Vom Ehrenamt, von der Zivilcourage, von der Bereitschaft, füreinander einzustehen. Der Dienst in der Bundeswehr ist ein Teil davon – ein besonderer Teil. Der Veteranentag lädt uns alle ein, diesen Teil

wieder sichtbarer zu machen. Nicht mit Pathos. Nicht mit falschem Heldenmythos. Sondern mit aufrichtigem Respekt. Mit ehrlicher Dankbarkeit. Und mit der Bereitschaft zuzuhören.



△ Abb. 5: Patch des ersten Nationalen Veteranentages am 14. Juni 2025 (Quelle: ZGeoBw/Keller)

DAS UNTERSTÜTZUNGSKOMMANDO DER BUNDESWEHR UND DIE AUFGABEN IM FACHGEBIET GEOINFORMATIONSWESEN

OBERST RALF LASINSKI

ORGANISATION

HINTERGRUND UND AUFSTELLUNG

Das Unterstützungskommando der Bundeswehr (UstgKdoBw) wurde bereits vor etwa einem Jahr, am 1. Oktober 2024, als höhere Kommandobehörde der Bundeswehr in Bonn aufgestellt. Zum 1. April 2025 wurden ihm die Fähigkeitskommandos der ehemaligen Streitkräftebasis, der Zentrale Sanitätsdienst der Bundeswehr (ZSanDstBw) insgesamt, das Planungsamt der Bundeswehr sowie weitere Dienststellen unterstellt. Diese hier zusammengeführten, einzigartigen Fähigkeiten bilden seither den Unterstützungsbereich der Bundeswehr, welcher diejenigen Ressourcen bündelt, die auch auf absehbare Zeit in den Streitkräften nur begrenzt zur Verfügung stehen werden. Die Umstrukturierung ist Teil einer umfassenden Reorganisation mit dem Ziel, die Bundeswehr wieder auf den Kernauftrag der Landes- und Bündnisverteidigung auszurichten und die Durchhaltefähigkeit der Streitkräfte sicherzustellen. Ohne die Leistungen des zentralen Unterstützungsbereichs kann die Bundeswehr auch in Zukunft keine optimale Wirkung entfalten. Mit den oben genannten Unterstellungswechseln ging auch die Übertragung der Final Operational Capability einher.

Der Befehlshaber des UstgKdoBw führt den nachgeordneten Bereich truppendienstlich, hat aber auch hinsichtlich des Einsatzes von Kräften des ZSanDstBw und im Rahmen sanitätsdienstlich dominierter Einsätze taktische Aufträge. Um seine Aufgaben vollumfassend wahrnehmen zu können, verfügt das Unterstützungskommando der Bundeswehr als Stab des Befehlshabers über rund 750 Dienstposten, welche die Führung von etwa 55.000 Fachleuten im nachgeordneten Bereich mit ihren Fähigkeiten sicherstellen. Somit ist sichergestellt, dass sich die Teilstreitkräfte auf ihren jeweiligen Kernauftrag konzentrieren können. Einen Überblick über die Struktur dieses zweitgrößten Bereichs der Streitkräfte gibt **Abbildung 1**.

Die Gliederung des UstgKdoBw gleicht zwar in vielen Aspekten der typischen Grundgliederung einer höheren Kommandobehörde bzw. eines Führungskommandos eines Organisationsbereiches. Demgemäß ist auch die GeoInfo-Unterstützung für das Kommando aufbauorganisatorisch ähnlich wie in den Teilstreitkräften in einem Referat im Stab des Kommandos gebündelt. Gleichwohl beinhaltet die Gliederung aber auch einige wirkliche Besonderheiten. Letztere sind vor allem der Rolle des Befehlshabers bzw. der Befehlshaberin (Befh)



△ **Abb. 1:** Unterstützungsbereich der Bundeswehr (Quelle: Eigene Darstellung)

ZSanDstBw geschuldet, der/die zugleich stellvertretende/r Befh des Unterstützungskommando ist. Als oberste fachdienstliche Vorgesetzteninstanz gem. §2 Vorgesetztenverordnung kann sie gegenüber allen Angehörigen des Fachdienstes verbindliche Vorgaben für die übrigen Bereiche der Bundeswehr machen. Diese Besonderheiten sind einerseits die Befh ZSanDstBw direkt unterstellten Leitungsfunktionen in den Approbationen Pharmazie, Veterinärmedizin und Zahnmedizin für die Bundeswehr, die durch die jeweiligen Büros fachlich und organisatorisch bei der Auftragsbefreiung unterstützt werden. Daneben ist eine Unterabteilung Militärärztliche Beratung außergewöhnlich, die u. a. fachliche Vorgaben für die Gesundheitsversorgung in der gesamten Bundeswehr hinsichtlich wehrmedizinischer Begutachtung, Wehrdienstbeschädigungen, Rehabilitation und die Weiterentwicklung des ambulanten Versorgungsbereichs erarbeitet.

AUFGABEN IM UNTERSTÜTZUNGSKOMMANDO

Neben der truppendienstlichen Führung der Dienststellen im Unterstützungsbereich kann das Unterstützungskommando der Bundeswehr mit taktischen Führungsaufgaben durch das Operative Führungskommando der Bundeswehr beauftragt werden. In erster Linie wird dies in folgenden Fällen eintreten:

- Das UstgKdoBw übernimmt die Aufgabe eines Leitkommandos für einen Einsatz im Rahmen des internationalen Krisenmanagements (IKM). Es ist in diesem Fall Supported Command und führt Einsätze auf der obersten taktischen Ebene. Dies wird vor allem in Szenaren wie Katastrophenhilfe oder pandemischen Lagen der Fall sein, wenn der sanitätsdienstliche bzw. medizinische Aspekt eines Einsatzes im Vordergrund steht. Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden hierbei neben den Fähigkeiten des Unterstützungsbereichs auch Kräfte aus anderen Organisationsbereichen der Bundeswehr für den Einsatz unterstellt, die dann zu führen sind.
- Das UstgKdoBw wird mit der taktischen Führung außerhalb von IKM-Einsätzen beauftragt. Hierbei handelt es sich vorrangig um Amtshilfe im Inland nach Artikel 35 des Grundgesetzes in Katastrophen- und anderen Notlagen, bei denen ebenfalls sanitätsdienstliche Maßnahmen im Fokus stehen. Die Aufgabenwahrnehmung ist in diesem Fall in den Grundzügen analog zu der eines IKM-Szenarios.
- Im Fall der Landesverteidigung und Bündnisverteidigung wächst das Unterstützungskommando der Bundeswehr zu einem nationalen Medical Component Command (MedCC) auf. Die Schwerpunktaufgabe dieses ebenfalls auf oberster taktischer Ebene angesiedelten Kommandos bildet der Aufbau einer Patientensteuerungs-, Transport- und Behandlungs-

organisation. Hierzu sind zunächst in einem Einsatzgebiet Patienten aus Erstversorgungseinrichtungen in nationale Zuständigkeit zu übernehmen und die Verlegung aus dem Einsatzgebiet ins Inland zu planen und mit den durchführenden Bereichen zu koordinieren. Im Anschluss erfolgt – Schwerpunkt Deutschland – die Verteilung an vorrangig zivile Behandlungseinrichtungen auch unter Einbindung ziviler Hilfsorganisationen. **Abbildung 2** zeigt die gesamte Rettungskette, wobei die Zuständigkeit des MedCC am Übergang von Behandlungsebene 3 zum strategischen Transport der Patienten bzw. Verwundeten (Strategic MedEvac) einsetzt. Besondere Herausforderungen sind mit den wechselnden Transport- und Behandlungskapazitäten verknüpft, die eine vorausschauende Planung dieser nationalen Patientensteuerung notwendig machen. Eine sehr enge Abstimmung mit zivilen Akteuren in Deutschland ist zu diesem Zweck unerlässlich. Das Unterstützungskommando der Bundeswehr arbeitet deswegen bereits im Frieden u. a. sehr eng mit dem Gemeinsamen Lagezentrum beim Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)) zusammen und ist darauf eingestellt, eine entsprechende Verbindungsorganisation auch zu anderen zivilen Hilfsorganisationen einzurichten.

AUFGABEN UND HERAUSFORDERUNGEN AUF DEM GEBIET DES GEOINFORMATIONSWESENS

Im Zuge der Aufstellung des Unterstützungskommandos der Bundeswehr wurde – anders als zuvor in der Streitkräftebasis oder im Sanitätsdienst der Bundeswehr – ein Fachreferat Geoinformationswesen eingerichtet, welches alle Aufgaben der GeoInfo-Unterstützung für den Stab unmittelbar wahrnimmt. Darüber hinaus sind hier die Unterstützungsleistungen des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr (GeoInfoDBw) für den gesamten Unterstützungsbereich zu planen und sicherzustellen. Zeitgleich wurde der Dienstposten des Leitenden GeoInfo-Offiziers (LGO) für den Unterstützungsbereich geschaffen, der durch den Referatsleiter des Fachreferates wahrgenommen wird. Dem LGO obliegt als Immediatselement, die unmittelbare Beratungsfunktion für den Befehlshaber zu allen fachdienstlichen Aufgabenstellungen im Organisationsbereich. Er trägt auch die Gesamtverantwortung für die Geoinformationsunterstützung des Unterstützungsbereiches und ist der fachdienstliche Vorgesetzte aller Angehörigen des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr im Organisationsbereich. Mit Einrichtung dieser Struktur wurde im Unterstützungsbereich somit gleichzeitig eine fachdienstliche Führungsorganisation etabliert, die der truppendienstlichen Struktur über die verschiedenen Führungsebenen des nachgeordneten Bereichs folgt. Dort

wird durch Strukturelemente des GeoInfoDBw fachliche Unterstützung in unterschiedlicher Art und Ausprägung geleistet.

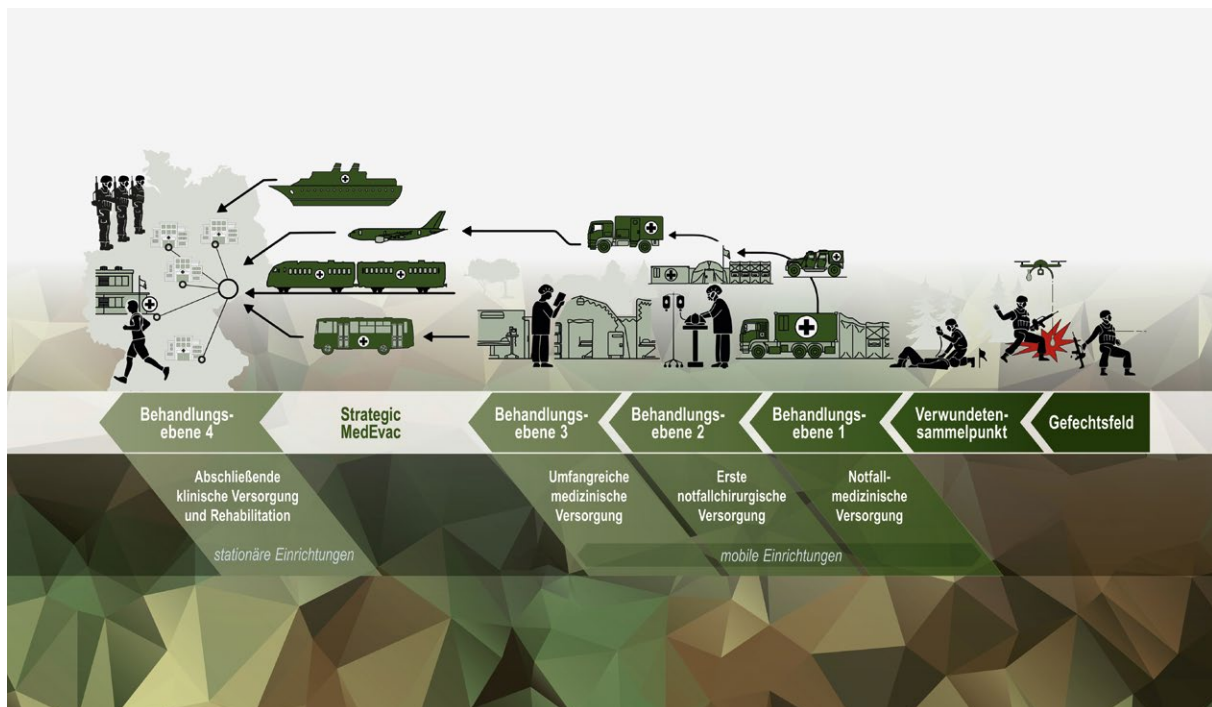
Für den LGO ergeben sich daraus im Wesentlichen folgende Herausforderungen:

- Sicherstellung der personellen und materiellen Einsatzbereitschaft. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang – angesichts teils strukturell fehlender Fachexpertise – künftig auch im nachgeordneten Bereich eine adäquate Wahrnehmung der Fachaufgabe sicherzustellen. Ob dies zentral möglich ist oder dezentral, d. h., mit originärem Personal und Material vor Ort, erfolgen kann oder muss, erfordert Maßnahmen im Zuge der weitergehenden Reorganisation des Unterstützungsbereiches.
- Organisationsbereichs- bzw. teilstreitkraftübergreifende Abstimmung und Harmonisierung der GeoInfo-Unterstützung. Im gesamten Kommandobereich sind anschlussfähige Verfahren zu etablieren, so dass eine vollständige Interoperabilität für streitkräftegemeinsame Einsätze, einschließlich Multidimensionaler Operationen, sichergestellt ist.

- Forderungen an die Weiterentwicklung zur GeoInfoUstg. Aus dem Bedarf der Truppe heraus sind Bedarfe zur Verbesserung der Unterstützungsleistungen des GeoInfoDBw im Rahmen der weiteren Ausrichtung auf Landes- und Bündnisverteidigung zu entwickeln und entsprechende Projekte zu initiieren.

RESÜMEE

Mit der Etablierung des Referats Geoinformationswesen und der Position des LGO im Unterstützungskommando der Bundeswehr wurde eine Anfangsbefähigung zu einer zeitgemäßen GeoInfo-Unterstützung erreicht. Damit erhält das Geoinformationswesen im Unterstützungsbereich gleichzeitig zwar eine neue Qualität. Auf dem Weg zu einer wirklich guten Aufstellung für die Auftragsbefähigung bleiben jedoch weitere Herausforderungen bestehen. Insofern können dies nur die ersten Schritte hin zu einer angemessenen Geoinformationsunterstützung für Landes- und Bündnisverteidigung gewesen sein, und es sind kurz- bis mittelfristig weitere Schritte zur Erreichung dieses Zieles voranzubringen.



△ Abb. 2: Die Rettungskette (Quelle: PIZ UstgKdoBw, ©Bundeswehr/Poulheim)

AUSRICHTUNG DER GEOINFORMATIONSENTWICKLUNG IN DER LUFTWAFFE AUF DIE LANDES- UND BÜNDNISVERTEIDIGUNG

Von der Neuausrichtung der Bundeswehr 2010 zur Bundeswehr der Zukunft 2024ff.

OBERSTLEUTNANT STEFAN DAMM

Im Rahmen der Neuausrichtung der Bundeswehr von 2010, dessen Ziel u. a. die Reduktion der Truppenstärke der Bundeswehr auf 185.000 Soldaten war, musste auch die Luftwaffe ihre Strukturen anpassen. Im Ergebnis entstanden das Kommando Luftwaffe (Kdo Lw) mit dem Inspekteur der Luftwaffe (InspL) an der Spitze sowie die dem Kdo Lw nachgeordneten Kommando-behöörden Zentrum Luftoperationen (ZentrLuftOp), Kommando Einsatzverbände der Luftwaffe (KdoEinsVbdeLw) und Kommando Unterstützungsverbände der Luftwaffe (KdoUstgVbdeLw). Die beiden letztgenannten wurden im Jahr 2015 als Luftwaffentruppenkommando (LwTrKdo) zusammengefasst.

Das ZentrLuftOp am Hauptstandort Kalkar/Uedem hatte fortan eine zentrale Rolle auf der obersten taktischen Ebene der Luftwaffe. Zu den Kernaufgaben gehörte die Planung und Führung von Übungen der Luftwaffe im In- und Ausland. Die Dienststelle beherbergte zudem das Führungszentrum Nationale Luftverteidigung (FüZNatLV) mit dessen 365/24/7 dauerhaft besetztem Gefechtsstand. Eine weitere wichtige Aufgabe des ZentrLuftOp bestand im Rahmen der NATO mit der Fähigkeit zur Aufstellung eines nationalen Joint Forces Air Component Headquarter DEU (JFAC HQ DEU). Diese Fähigkeit wurde mit einer sogenannten Aufwuchsstruktur hinterlegt. Das notwendige Personal wurde im Bedarfsfall aus seinen bisherigen Funktionen im ZentrLuftOp herausgelöst und in den Funktionen im JFAC HQ DEU eingesetzt. Dieses Verfahren war immer mit administrativem und zeitlichem Aufwand verbunden und war davon abhängig, dass auch entsprechendes Personal verfügbar war.

Insbesondere die Großübung Air Defender 2023 machte deutlich, dass eine Aufwuchsstruktur wie bisher zu viel Zeit und Aufwand beansprucht, um auch kurzfristig in der Lage zu sein, eine Großübung mit internationaler Beteiligung oder ggf. eine entsprechende Luftoperation führen zu können. Diese Erfahrung war u. a. ein Grund für die Idee zur Strukturanpassung des ZentrLuftOp mit dem Ziel der Aufstellung

eines ständig aktivierten Gefechtsstandes – einem „Standig JFAC“. Bei dessen Aufstellung orientierte man sich an NATO-Strukturen, was in der Zukunft die Führung von Luftoperationen und Übungen mit internationaler Beteiligung erleichtern soll.

Im Februar 2025 war es soweit – das ZentrLuftOp wurde mit einer neuen Arbeitsstruktur in das Air Component Command (ACC) überführt. Mit dieser Umstrukturierung wird die Kaltstartfähigkeit zur Führung von Luftoperationen deutlich erhöht, womit auch den Anforderungen im Rahmen der Refokussierung auf die Landes- und Bündnisverteidigung (LV/BV) genüge getan wird.



△ Abb. 1: ZentrLuftOp wird ACC (Quelle: www.Bundeswehr.de/ Marvin Ink)

Das Geoinformationszentrum der Luftwaffe (GeoInfo-ZentrLw) war seit Aufstellung ein fester Bestandteil des ZentrLuftOp, allerdings mit Stationierung am Standort Münster. Ebenfalls als Ergebnis der Neuausrichtung der Bundeswehr von 2010 wurde die Vor-Ort-Wetterberatung in den Verbänden der „Flächenflieger“ der Luftwaffe abgeschafft, in neuer Form als zentralisierte Wetterberatung im GeoInfoZentrLw zusammengefasst und über die Jahre erfolgreich etabliert. Mit dieser Rolle ist das GeoInfoZentrLw auch im neuen ACC fest integriert.

Neben dem GeoInfoZentrLw als Kompetenzträger für die Wetterberatung war und ist mit dem Zentrum für Navigations- und Simulationsunterstützung Fliegende

Waffensysteme der Bundeswehr (ZentrSimNavUstg-FlgWaSysBw) auch die Kompetenz im Bereich Geospatial-Unterstützung fachlich dem ACC – wie auch zuvor dem ZentrLuftOp – zugeordnet, wenngleich auch nicht in dessen Struktur, sondern organisatorisch nachgeordnet als eigenständige Dienststelle am Standort Büchel.

Genauso wie das ACC haben sich auch das GeoInfoZentrLw und das ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw im Zuge der Umgliederung an die Anforderungen im Rahmen LV/BV sowie weitere Neuerungen bei den Aufgaben der Luftwaffe angepasst, was im Weiteren näher betrachtet werden soll.



Das **Geoinformationszentrum der Luftwaffe** hat den Auftrag zur Steuerung und Koordinierung sämtlicher Geoinformationstätigkeiten der Luftwaffe – hierzu betreibt es die Koordinierungsstelle Luftwaffe als zentrale Ansprechstelle für alle Anforderungen bzgl. Geoinformationsunterstützung für die Luftwaffe. Zu den Aufgaben des Zentrums gehören u. a. die zentrale Wetter- u. Flugwetterberatung für Verbände der Luftwaffe sowie die fachliche Führung aller Geoinformationselemente in der Luftwaffe sowie dessen Personal. Der Leiter des Geoinformationszentrums der Luftwaffe ist gleichzeitig Leitender Geoinformationsoffizier in der Luftwaffe (LGO) und hat in dieser Funktion direktes Vorgespracherecht beim Inspekteur der Luftwaffe.

Auswirkungen auf die Organisation im neugeschaffenen Air Component Command

OBERSTLEUTNANT DANNY DANIEL

“Organize as you fight“ – diesem Leitgedanken für den Umbau des ZentrLuftOp zum ACC folgend, wird auch die Struktur der GeoInfo-Kräfte innerhalb des ACC konsequent weiter auf die Erfordernisse einer kriegstauglichen Struktur ausgerichtet.

Die geplanten Strukturänderungen basieren auf zwei Säulen:

1. den Ergebnissen der Untersuchung zur Ausrichtung des GeoInfoDBw auf LV/BV aus den Jahren 2021 und 2022 sowie
2. den konkreten Anforderungen aus den neuen Strukturen und Aufträgen der Bedarfsträger innerhalb des neuen ACC.

Für die Struktur des GeoInfoZentrLw innerhalb des ACC bedeutet dies konkret,

1. den Aufbau von personellen Ressourcen zur Sicherstellung der GeoInfo-Unterstützung von Spezialkräften der Luftwaffe, insbesondere zur Realisierung der Flugwetterberatung;
2. die Etablierung eines „ad-hoc Elementes“ zur schnellen Verlegung auf einen Einsatzflugplatz im Ausland, um dort schnellstmöglich den Betrieb eines Wetterberatungselementes aufnehmen zu können sowie

3. die Abgabe eines Wetterberatungsarbeitsplatzes an das neugeschaffene GeoMETOC-Dezernat des aufgestellten Standing JFAC HQ DEU innerhalb des ACC.

Damit ist auch zukünftig eine verzugslose GeoInfo-Unterstützung für die Bedarfsträger innerhalb des ACC möglich, welche ohne lange Vorwarnzeit unmittelbar handlungsfähig sein müssen, um das Führen von Luftstreitkräften jederzeit, weltweit – auch ohne Aktivierung durch die NATO – gewährleisten zu können. Gleichzeitig werden innerhalb des GeoInfoZentrLw Strukturen geschaffen, welche dem gestiegenen Bedarf an GeoInfo-Unterstützung für die Spezialkräfte der Luftwaffe gerecht werden, deren Führungsstruktur berücksichtigen und eine harmonisierte Unterstützung mit weiteren GeoInfo-Elementen zur Unterstützung von Spezialkräften der Bundeswehr ermöglichen.

Bereits zum 1. Februar 2025 wurde eine vorläufige Arbeitsgliederung eingenommen und die Transformation vom ZentrLuftOp zum ACC defacto umgesetzt. Mit der geplanten Einnahme der endgültigen Gliederung zum 1. April 2026 wird die Umgliederung auch formal abgeschlossen sein. Die GeoInfo-Unterstützung innerhalb des ACC und damit dem zentralen operativen Führungselement für Luftoperationen wird damit einen weiteren Schritt in Richtung Refokussierung auf die LV/BV abgeschlossen haben.

Zentralisierte Wetterberatung und Wetterberatung vor Ort

OBERSTLEUTNANT JÖRG MOSER

2013 erfolgte, mit der Aufstellung des GeoInfoZentrLw, die Zentralisierung der Flugwetterberatung aller Starr-

flüglerverbände der Luftwaffe. Hierzu wurde die Flugwetterberatung aus den Geschwadern herausgelöst (Auflösung der GeoInfo-Beratungsstellen) und am Standort Münster in einer Zentrale zusammengeführt.

Die Wetterbeobachtung verblieb jeweils auf den Flugplätzen (Aufstellung der GeoInfo-Stellen).

Die Flugwetterberatungszentrale besteht aktuell aus zehn Beratungsarbeitsplätzen – acht davon stellen je ein GeoInfo-Beratungsstellen-Äquivalent dar. Ganz im Sinne des Mottos „Geoinformationen aus einer Hand“ erfolgt die Flugwetterberatung entlang einer engen fachlichen Absprache des Beratungspersonals untereinander. Ein modernes webbasiertes Beratungssystem, in Verbindung mit dem meteorologischen Fachsystem, bildet die Grundlage für die Funktionsfähigkeit der Flugwetterberatung Lw. Mit diesem System erfolgt u. a. die Anforderung der Beratungsprodukte durch die Verbände, deren Erstellung und Verteilung sowie die Präsentation dieser in Form von Web-Briefings oder einer Darstellung in einer Web-Applikation. Die zentralisierte Beratung führte zum Verlust des direkten Kontakts zum Bedarfsträger. Ein persönliches Gespräch mit Luftfahrzeugführenden, Flugdienstleitenden sowie Wetterbeobachtenden und dem Personal des Flugberatungsdienstes ist nur noch telefonisch möglich und auch der oft hilfreiche „Blick aus dem Fenster“ zur Einschätzung der Wetterlage ist nur noch auf Umwegen möglich. Die „Zeitenwende“ und die damit verbundene Refokussierung auf LV/BV boten dem Leiter (Ltr) GeoInfoZentrLw/LGO Lw die Chance, den Kontakt zum Bedarfsträger in Form von temporärer „Beratung vor Ort“ wiederzubeleben.

Im Oktober 2024 begann das GeoInfoZentrLw Flugwetterberatungspersonal für einen Zeitraum von 14 Tagen zu „ihren Geschwadern“ zu entsenden. Die Beratung vor Ort endete im Februar 2025. Bis auf die TaktLwG 71 R und 33, wo Baumaßnahmen keinen Flugbetrieb zuließen, wurden alle Verbände im Zuständigkeitsbereich des GeoInfoZentrLw besucht.

Vor Ort galt es altes Wissen und alte Kontakte zu reaktivieren, neue Kontakte zu knüpfen und eine Vielzahl von Herausforderungen zu meistern. Die ehemaligen Räumlichkeiten der Flugwetterberatung standen meist nicht mehr oder nur noch teilweise zur Verfügung, das

meteorologische Fachsystem musste durch IT-Personal vor Ort in das Netzwerk des Verbandes integriert werden, dem Beratungspersonal mussten Zutrittsberechtigungen zu den sicherheitsrelevanten Bereichen der Staffeln erteilt werden und der Transport im Flugbetriebsbereich war zu klären.

Allein das Abarbeiten der zuvor genannten Punkte brachte wertvolle Erfahrungen, die für zukünftige Vorhaben – sei es bei der Bestückung einer Deployed Operating Base (DOB) oder bei der Teilnahme an Übungen/Einsätzen – genutzt werden können. Die interne und externe Auswertung der „Beratung vor Ort“ fiel durchweg positiv aus. Durch erlangtes „Insiderwissen“ konnte die hohe Qualität der Beratungen nochmals gesteigert werden. Positive Nebeneffekte waren die Steigerung der Motivation des Personals und die Stärkung des Teamgeistes durch die gemeinsame Zeit in den Verbänden. Das Flugwetterberatungspersonal wurde während des Aufbaus durch die anderen Bereiche des GeoInfoZentrLw unterstützt. Hierdurch entstanden neue „Freundschaften“ und ein Verständnissgewinn für die Arbeit der jeweils anderen Seite. Mit diesem Wissen und der Unterstützung der Geschwaderkommandeure hat Ltr GeoInfoZentrLw/LGO Lw die Entscheidung getroffen, das Format „Beratung vor Ort“ als ständige Aufgabe der Gruppe II Flugwetterberatungszentrale aufzunehmen und in einem Zweijahresrhythmus zu beüben.

Zusätzlich bietet die Teilnahme an Übungen oder anderen Vorhaben der Geschwader dem Flugwetterberatungspersonal die Möglichkeit Präsenz zu zeigen und zumindest temporär ein Teil des Geschwaders zu werden. Dies fand u. a. 2023 beim TAURUS-Schießen in Norwegen und 2025 bei der Erprobung des Lenkflugkörpers AARGM in China Lake in den USA statt. Die Möglichkeit für Personal des GeoInfoZentrLw an Flügen im Rahmen Open Skies (Vertrag über Offenen Himmel, KSZE 1992) sowie bei Luftbetankungsflügen teilzunehmen trägt ebenfalls zum besseren Kontakt zwischen GeoInfoZentrLw und seinen Bedarfsträgern bei.

Übernahme Internationales Krisenmanagement (IKM) durch die Luftwaffe

...und deren Auswirkungen auf die GeoInfo-Unterstützung durch GeoInfo-Kräfte der Luftwaffe

MAJOR MARTIN MOLKENTIN

Spätestens mit der „Zeitenwende“ erfolgte für die Bundeswehr eine Refokussierung auf LV/BV was in Teilen eine Umstrukturierung der Bundeswehr notwendig machte. Schlagworte wie „Kriegstüchtig- und -tauglichkeit“ und „Kaltstartfähigkeit“ im Rahmen der Einsatzfähigkeit machten Anforderungen an eine Bundeswehr der

Zukunft deutlich. Das Operative Führungskommando (OpFüKdoBw) der Bundeswehr als Führungselement der operativen Ebene oberhalb der TSK wurde aufgestellt. Das Territoriale Führungskommando der Bundeswehr (TerrFüKdoBw) das Einsatzführungskommando der Bundeswehr (EinsFüKdoBw) wurden aufgelöst. Während die Aufgaben des TerrFüKdoBw mit Masse an das OpFüKdoBw übergingen, erfolgte die Übergabe der

Aufgaben des EinsFüKdoBw – die Führung von Einsätzen im Rahmen des IKM – an die Teilstreitkräfte (TSK). Seit Anfang des Jahres 2025 führt die Luftwaffe im Rahmen des IKM die Einsätze Counter DAESH/Capacity Building IRAQ (CD/CB-I) und Nato Security Assistance and Training for Ukraine (NSATU). Im Zuge dessen wurden im ACC GeoInfoZentrLw zwei Dienstposten für die GeoInfo-Unterstützung ausgebracht. Die DP-Inhabenden stellen die GeoInfo-Unterstützung für die Einsätze aus dem Reach-Back sicher, koordinieren weitere, Luftwaffen- oder Bw-übergreifende GeoInfo-Unterstützung und fungieren als SPOC für die Einsatzgruppe im LwTrKdo. Regelmäßig finden beim LwTrKdo vor einem anstehenden Wechsel Einweisungen für das zukünftige Führungspersonal statt, zu denen üblicherweise

der Bevollmächtigte Vertreter (BV) IKM GeoInfoW im Rahmen der fachlichen Zuständigkeit vorträgt.

Im alltäglichen Dienstbetrieb wird sich auf den bestehenden und bewährten Säulen der GeoInfo-Unterstützung des ACC GeoInfoZentrLw, insbesondere der (hausinternen) GeoInfo-Koordinierungsstelle der Lw und dem fachlich unterstellten ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw, abgestützt. Neben der andauernden, 24/7-METOC-Unterstützung in Form von Flugwetterberatungen und Wetterwarnungen für die bei CD/CB-I in Jordanien stationierten Kräfte und Luftfahrzeuge Airbus A400M der Lw konnten den Einsatzkontingenten auch im Bereich Geospatial bereits wertvolle Kartenprodukte bereitgestellt werden.

Auswirkungen der Ausrichtung auf LV/BV im Zentrum Simulations- und Navigationsunterstützung Fliegende Waffensysteme der Bundeswehr

Eine Dienststelle mit querschnittlicher Unterstützungsfunktion für die gesamte Bundeswehr stellt sich den vielfältigen Herausforderungen

OBERSTLEUTNANT MANUEL KEIL

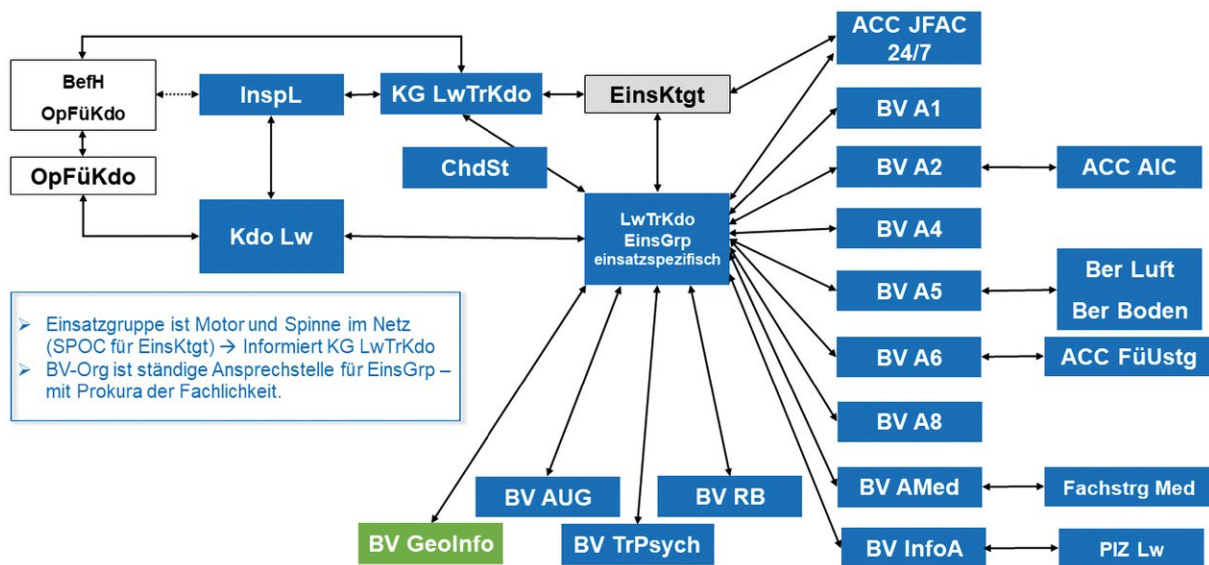
Eine mitentscheidende Rolle im Rahmen LV/BV spielen u. a. die Fähigkeiten der Luftwaffe. Diese werden auch aus dem „ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw“ (oder kurz ZSimNav) für verschiedenste Übungs- und Einsatzaufgaben unterstützt. Die Ausrichtung der Einsatzerfordernisse der einzelnen Waffensysteme auf LV/BV verändert gleichzeitig den Unterstützungsanspruch an das ZSimNav. Die Auswirkungen lassen sich dabei nicht immer direkt und pauschal feststellen oder beschreiben. Nach außen hin treten Änderungen ggf. nicht offensichtlich in Erscheinung. Vielmehr ergeben sich an vielen kleinen Stellen Veränderungen mit dem Ziel, schneller, effektiver und resilienter den Auftrag erfüllen zu können, insbesondere mit Blick auf LV/BV Szenarien.

Die **Gruppe Zentrale Aufgaben** (ZAufg) vereint querschnittliche Fähigkeiten und versteht sich als Servicedienstleister innerhalb und außerhalb der Dienststelle. Hier werden u. a. Themen wie GIS-Unterstützung, Betrieb des Onlineportals GIS-Luftwaffe, Qualitätsmanagement und -sicherung (QM/QS) sowie die IT-Unterstützung der Dienststelle bearbeitet. Das ZSimNav ist seit dem Jahr 2022 zertifiziert nach DIN ISO 9001, alle Prozesse finden entsprechend dem QM statt. In 2025 konnte eine erfolgreiche Rezertifizierung erreicht werden.

Die gesamte Versorgung der Dienststelle mit Geospatial- und Luftfahrtdaten (Quelldaten-Beschaffung) sowie

der Luftwaffen-Dienststellen mit spezifischen GeoInfo-Beratungsunterlagen erfolgt in Zuständigkeit des Dezernats GIS-Unterstützung (GIS-Ustg). Zur Quelldaten-Beschaffung gehört die grundlegende Datenaufbereitung für die Simulations- und Navigations-Unterstützung. Quelldaten sind z. B. Luft- oder Satellitenbilder, Höhendaten, Vektordaten, topographische Karten, Fliegerkarten, Luftfahrtdaten. Die Versorgung der Dienststellen der Lw mit spezifischen GeoInfo-Beratungsunterlagen erfolgt aufgrund der individuellen Forderungen nach Sonderprodukten (z. B. Flugplatz-Bildkarten, spezielle Ausschnittkarten) in digitaler oder analoger Form. Darüber hinaus betreibt das Dezernat das Online-Portal „GIS-Luftwaffe“. Hier haben die Lw-Dienststellen die Möglichkeit, sich browserbasiert mit Standardprodukten oder Lw-spezifischen Unterlagen (Geospatial und Aeronautical) zu versorgen oder mit Hilfe von Webdiensten individuelle und einfache GeoInfo- oder Lw-spezifische Informationen selbst zu erstellen und herunter zu laden. Des Weiteren werden über das GIS-Luftwaffe thematische Kartendienste für Übungen der Lw in verschiedenen Netzwerkdomänen bereitgestellt.

Für das JFAC-HQ DEU der Luftwaffe wird dessen GIS-Unterstützung ebenfalls durch das Dezernat sichergestellt. Hierzu zählen Herstellen und Bereitstellen von GeoInfo- und Luftfahrtunterlagen für Übungen und Einsätze und, bei Aktivierung des JFAC-HQ DEU, die Deckung des Personalbedarfs für die GeoInfo-Beratung im Bereich Geospatial im HQ.



△ Abb. 2: Prinzipskizze IKM Lw. (Quelle: LwTrKdo A3 EinsGrp)

Hauptauftrag der IT-Ustg ist die Betreuung und Verwaltung der gesamten „grünen“ IT, also der nicht zentral durch die BWI gestellten und gepflegten EDV der Dienststelle. Dazu zählen Serveranlagen und IT-Ausstattung aus über 20 PBN-Projekten (alt: CPM). Verfügbarkeit, Regeneration und Redundanz der Systeme wird in Abstimmung mit den BBV der Bedarfsträger und den jeweils zuständigen Projektleitern im BAAINBw geplant, und steht aktuell natürlich unter dem Fokus der in der Lw neu zulaufenden Waffensysteme.

Mit ihrer Unterstützung im Themenfeld der Simulatorausbildung trägt die **Gruppe Simulationsunterstützung** (SimUstg) ihren Teil zu LV/BV bei. Für Pilotinnen und Piloten sind realitätsnahe Simulationen ein unverzichtbares Mittel zur erfolgreichen Vorbereitung auf den Ernstfall. Die ständigen Optimierungen ermöglichen eine realitätsnahe Simulatoreausbildung und bereiten dadurch die Piloten mit Datenbasen, 3D-Modellen und Karten im Vorfeld bestmöglich auf Übungen und Einsätze vor.



△ Abb. 3: Training im Hubschraubersimulator (Quelle: ZentrSimNavUstgFigWaSysBw/Ludwig)

Ziel war und ist immer, die Simulation als möglichst reale Welt darzustellen. Je genauer die Modelle und je realer die Darstellung in der Simulation, desto besser können Piloten vorbereitet werden und im Ernstfall zielführend reagieren. Um diesem Ziel gerecht zu werden, gehört es dazu, die EDV stets aktuell zu halten (Hard- und Software). Die Nutzung von Electronic Knee Boards (EKB) in der Simulationsausbildung konnte am Standort Laage erfolgreich getestet werden. Mittlerweile können im Bereich des Waffensystems Eurofighter deutschlandweit an allen vier Standorten mit ihren vernetzten Simulatoren gemeinsame Missionen trainiert werden.

Das ZSimNav erstellt und pflegt die digitalen Umgebungen für einen Großteil der Flugsimulatoren der Bundeswehr. Diese Datenbasen ermöglichen es den Piloten, ressourceneffizient und risikofrei auch anspruchsvollste Gefechtsszenarien zu trainieren. Eine individuelle Anpassung der Umwelt- und taktischen Rahmenbedingungen stellt darum sicher, dass die Anforderungen an die bestmögliche Simulation eines realen Einsatzes, oder auch Notverfahrens dabei akkurat erfüllt werden. Die so erstellten Datenbasen sind von vornherein auf eine querschnittliche Nutzung ausgelegt, wodurch sie Nutzern unterschiedlicher, kompatibler Waffensysteme offenstehen. Trainingssimulationen sind und bleiben daher ein wichtiges Instrument, um die Einsatzbereitschaft der Luftwaffe im Rahmen LV/BV zu gewährleisten. Mit Ausrichtung auf LV/BV ist bereits heute eine Arbeitsumgebung vorhanden, welche die Bearbeitung von Aufträgen auch mit höheren Sicherheitseinstufungen ermöglicht oder mit wenig Aufwand eingerichtet werden kann.

Auch in der **Gruppe Navigationsunterstützung** (NavUstg) fanden bereits frühzeitig Überlegungen in Bezug zu LV/BV statt, was besonders mit Blick auf das Dezernat Digitale Karten (DiKa) sichtbar wird.



△ **Abb. 4:** Electronic Knee Board für Luftfahrzeugbesatzungen
(Quelle: ZSimNav/Gerhartz)

Hier werden geographische Karten auf die Anforderungen der unterschiedlichen Luftfahrzeuge und ihrer Besatzungen angepasst und bei Bedarf mit aeronautischen Daten ergänzt. Die so erzeugten Karten werden während des Herstellungsprozesses so aufbereitet, dass sie nach Bereitstellung unmittelbar durch den Bedarfsträger in die Luftfahrzeuge und/oder in die dazugehörigen Planungsstationen der Verbände und Staffeln geladen werden können. Für alle Planungsstationen der Verbände stehen im Dezernat DiKa die jeweiligen Referenzstationen bereit, so dass die erzeugten Daten nach Abschluss des Herstellungsprozesses in die Test- und Verifikationsphase eintreten.

Darüber hinaus ist das Dezernat DiKa auch für die Versorgung sämtlicher Drohnen (bspw. HERON TP) und teilweise für die Versorgung des neu beschafften EKB zuständig, welches mittlerweile in allen Fliegenden Verbänden Verwendung findet. Gerade das EKB ist ein Beispiel dafür, wie Hardware – die vor drei Jahren noch experimentell in der Bw zur Anwendung kam – mittlerweile voll einsatztauglich seinen Weg in die Fliegenden Waffensysteme gefunden hat:

Die aktiven Bearbeitenden sind i. d. R. jeweils für ein Waffensystem zuständig. Ausnahmen bilden hierbei die Datenaufbereitung für das EKB sowie die Aufbereitung für bestimmte besondere Planungsstationen, die keinem direktem Waffensystem (WS) zugeordnet werden. Das Portfolio ist je nach nutzendem Waffensystem unterschiedlich groß und deckt verschiedene Maßstäbe und Kartentypen ab. Prinzipiell kann für jedes Land in Europa Kartenmaterial im Maßstab 1:50.000

bis 1:5.000.000 kurzfristig aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden. Global steht ein Portfolio in den Maßstäben 1:500.000 und kleiner zur Verfügung, welches ebenfalls mit geringem Vorlauf aufbereitet werden kann. Zudem bereitet das Dezernat die weltweit verfügbaren Höhen- und Hindernisdaten auf. Neben diesen Standardaufträgen, welche durch Aktualisierungen von Karten in regelmäßigen Zyklen charakterisiert sind, bearbeitet das Dezernat DiKa auch Individualaufträge für Übungen, Erprobungsflüge oder sonstige Lagen. Hier werden die Standardkarten mit zusätzlichen, nur für den jeweiligen Einsatz gültigen Overlays oder sonstigen Inhalten versehen. In Bezug auf LV/BV ändert sich an der Bearbeitung und der internen Verteilung der Aufträge zunächst wenig, da ein Großteil in der jetzigen Standardauftragslage abgedeckt ist. Für die WS jedoch, die ein großes Portfolio an Erzeugnissen benötigen, sind jetzt schon mehrere Bearbeitenden in die entsprechende Herstellung eingewiesen, um bei Ausfall eines Bearbeitenden den Auftrag weiter durchhaltefähig ausführen zu können.

Durch die regelmäßige Regeneration der Hardware- und Softwarekomponenten können fachauftragabschließendes Testen und Verifikation auf den Systemen fachgerecht und zeitnah stattfinden. Mit Ausrichtung auf LV/BV wird durch den Zulauf von weiteren Prozessierungssystemen eine mehrfache Redundanz im Bereich waffensystemspezifischer Hardware geschaffen, die es zukünftig ermöglicht, sowohl ausfallsicherer als auch in höherer Stückzahl zu produzieren. Bei den großen Verlegeübungen der letzten Jahre – sei es von Bündnispartnern nach Deutschland (AIR DEFENDER) oder von deutschen Kräften in den Indo-Pazifischen Raum (PACIFIC SKIES) – konnte die Dienststelle stets mit zeitgerecht bereitgestellten Beratungsunterlagen gedruckt, digital oder als GIS-Service, überzeugen.



Die eigenständige, dem ACC GeoInfoZentrLw fachlich nachgeordnete Dienststelle, bildet aus den zwei GeoInfo-typischen Säulen der METOC- und Geospatial-Unterstützung die zweitgenannte ab. Die **Geospatial-Unterstützung** erfolgt dabei für alle Fliegenden Waffensysteme der Bundeswehr (und damit TSK-übergreifend) sowie für die bodengebundenen Waffensysteme der Luftwaffe. Gemäß seiner etwas sperrigen Bezeichnung gliedert sich das Zentrum in mehrere Teilbereiche. Unterscheiden lassen sich hierbei die beiden produktionsorientierten Gruppen der Simulationsunterstützung und der Navigationsunterstützung sowie die unterstützende Gruppe „Zentrale Aufgaben“ mit der GIS-Ustg, dem QM/QS und der IT-Ustg.

GEOMETOC-UNTERSTÜTZUNG IM NATO ALLIED JOINT SUPPORT AND ENABLING COMMAND – JSEC

OBERSTLEUTNANT JENS VOGEL, OBERSTLEUTNANT DIRK NEHRING

WARUM JSEC?

Spätestens seit dem zweiten Überfall auf die Ukraine am 24. Februar 2022 kann niemand mehr ausschließen, dass Russland auch NATO Staaten angreifen wird. Freiheit und Demokratie in Europa sind keine Selbstverständlichkeit mehr, sondern müssen verteidigt werden. Russland hat auf Kriegswirtschaft umgestellt. Damit sehen sich die NATO und ihre nunmehr 32 Mitgliedsstaaten einer neuen Dimension der existenziellen Bedrohung gegenüber. Der potenzielle Gegner, Russland, kann sich auf eine zentral geführte Logistik abstützen. In der NATO liegt es in der Verantwortung der 32 Mitgliedsstaaten, ihre Kräfte zur vorgesehenen Zeit im vorgesehenen Raum über nationale Grenzen hinweg der NATO zur Verfügung zu stellen, zu versorgen, aufzufüllen und zu verstärken. Für die Verlegung und Versorgung der Kräfte gab es bislang keine zentral planende und koordinierende Stelle. Dieser logistische, strategische Nachteil der NATO im Vergleich zum zentral geführten Logistiksystem des Gegners musste behoben werden, um die Frage zu beantworten „Wie können wir schneller als Russland sein, oder zumindest schnell genug für Russland?“. Die Antwort wurde durch die NATO am 8. September 2021 mit der Erklärung der vollständigen Einsatzbereitschaft des Allied Joint Support and Enabling Command in Ulm gegeben.

WAS MACHT DAS JSEC?

Aufgrund der Größe des NATO-Bündnisgebiets besteht die Notwendigkeit im Fall eines Angriffs Land-, Luft- und Seestreitkräfte in kurzer Zeit meist über weite Strecken an ihren Einsatzort zu verlegen. Diese Fähigkeit zum „Reinforcement by Forces“ ist ein wesentlicher Bestandteil der Abschreckung. Um die Allianz erfolgreich zu verteidigen, brauchen die NATO-Kräfte außerdem große Mengen an Munition, Treibstoff, Verpflegung sowie Instandsetzung und Ersatzteile. Diese beiden Aufgaben werden im NATO-Jargon mit dem Begriff „Enablement“ zusammengefasst und haben für Abschreckung und Verteidigung eine grundlegende Bedeutung. Kommen die Einsatzkräfte zu spät oder können einen hochintensiven Krieg nicht über längere Zeit durchhalten, ist die Verteidigung des Bündnisgebietes unmöglich. Die

Ernsthaftigkeit, mit der sich die NATO-Nationen dem Thema „Enablement“ widmen, ist daher zentral für eine glaubwürdige Darstellung der eigenen Verteidigungsbereitschaft und Verteidigungsfähigkeit und damit Grundlage erfolgreicher Abschreckung. Das JSEC hat den Auftrag, die Rahmenbedingungen zu schaffen um dieses „Reinforcement by Forces“ und die Versorgung für die sich im Einsatz befindenden Streitkräfte zu ermöglichen. Es hat damit eine zentral koordinierende Rolle zwischen den 32 NATO-Nationen und den anderen operativen Hauptquartieren der NATO.

WIE ARBEITET DAS JSEC?

Um eine stetige, nachhaltige und verlässliche Verstärkung und Versorgung der Streitkräfte zu ermöglichen, hat das JSEC das Reinforcement and Sustainment Network (RSN) geschaffen. Man kann sich das RSN als ein Verkehrs- und Infrastrukturnetzwerk vorstellen, das sich aus funktionalen Teilen (functional layer) und physischen Teilen (physical layer) zusammensetzt. Der funktionale Teil besteht aus Verträgen, Abkommen und Prozessen, die zwischen den NATO Nationen abgeschlossen bzw. definiert werden, um in Frieden, Krise und Konfliktfall die Verlegung von Personal und den Transport von Material reibungslos sicher zu stellen. Dazu zählen auch Abkommen und Verträge mit privaten Firmen, Organisationen sowie staatlichen Behörden, um z. B. die Versorgung der zu verlegenden Kräfte mit Verpflegung, Treibstoff und Betriebsstoffen zu garantieren. Der physische Teil ist ein Netzwerk aus Straßen, Eisenbahnlinien, Luft- und Seerouten, Wasserstraßen, Häfen, Flughäfen, Bahnhöfen, Kopframpen, Depots sowie Sammel- und Rastplätzen. Verkürzt könnte man sagen, dass der funktionale Teil den rechtlichen, organisatorischen und prozessualen Rahmen aufspannt, der die Voraussetzungen schafft, um den physischen Teil mit Leben zu füllen und zu erhalten. Das RSN ist also eine Art Infrastruktur- und Verkehrsnetz der NATO, welches sich von der Ostküste der USA und Kanada über den Atlantik, ganz West-, Nord- und Südeuropa erstreckt und mit multinationalen Verträgen und Abkommen operationalisiert wird.

WIE GEHT ES WEITER?

Die zweite große Aufgabe des JSEC neben dem Aufbau des RSN ist es, die Nutzung des Netzwerks zu koordi-

nieren. Um zwischen den Nationen, die alle ihre Verlegungen und Transporte auf demselben RSN geplant haben, einen gut orchestrierten Ablauf ihrer nationalen Bewegungen zu ermöglichen, erarbeitet das JSEC auf Basis der nationalen Verlege- und Versorgungsplanungen einen harmonisierten, multinationalen Gesamtverlegeplan, der alle nationalen Planungen und operativen Rahmenbedingungen berücksichtigt.

Die dritte Aufgabe des JSEC ist es, das RSN selbst als auch alle Bewegungen auf diesem Netzwerk zu koordinieren und wenn erforderlich alternative Routen zu planen. Dies wird notwendig, wenn z. B. zeitliche Verzögerungen durch Wetter, Pannen oder Unfälle auftreten, Teile des RSN durch feindliche Kräfte oder Wirkmittel bedroht sind, oder aufgrund Sabotage, Umwelteinflüssen, Zerstörung oder wegen Reparatur ausfallen.

GEOMETOC UNTERSTÜTZUNG IM JSEC

METOC und Geospatial-Unterstützung im JSEC erfolgen durch das Dezernat GEOMETOC, welches zur Abteilung J2 gehört, das wiederum dem Direktorat Operations unterstellt ist. Das Dezernat besteht aus den Sachgebieten METOC Unterstützung, Geospatial Unterstützung und einem Koordinierungselement für das NATO Hardcopy Map Supply System (NHMSS), der Geospatial Coordination Cell (GCC).

METOC-UNTERSTÜTZUNG

Wetter- und Umwelteinflüsse wirken sich nicht nur auf militärische Kampfhandlungen aus, sondern beeinflussen gleichermaßen auch Verlegungen von Truppen und Material zu See, in der Luft und auf Landwegen. Welt-raumwetterereignisse können zudem Kommunikation und Navigation beeinträchtigen oder stören. So kann es durch Starkwinde und hohe Wellen auf dem Nordatlantik zu signifikanten Verzögerungen des strategischen Seetransportes kommen. Lufttransport wird z. B. durch dichten Nebel an Flughäfen oder größere Gewitterzonen gestört. Auf Straßen- und teilweise Schienentransport wirken sich Stürme, Schneefälle oder Starkregen mit Überflutungen negativ aus. Binnenschifffahrt wird durch Hochwasserereignisse, in den letzten Jahren jedoch aufgrund des Klimawandels zunehmend durch Dürreperioden mit Niedrigwasserständen eingeschränkt. Dürre in Kombination mit Hitze begünstigt das Entstehen von Waldbränden, die wiederum zur Sperrung von Verkehrswegen, Flughäfen und anderer Infrastruktur führen können. Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass Truppenverlegungen und Logistikaktivitäten aufgrund der eingesetzten Mittel und Verfahren möglicherweise etwas weniger wetterabhängig sind als andere militärische Operationsarten, wie der Einsatz von Aufklärungs- oder Wirkmitteln.

Die ständige Aus- und Bewertung dieser Umwelteinflüsse ist die Hauptaufgabe der Meteorologin oder des Meteorologen im JSEC. Die Arbeitsergebnisse spielen dabei bereits in Planungsprozessen eine Rolle, indem Umweltbedingungen bei der Auswahl von Infrastruktur und Verkehrswegen berücksichtigt werden (z. B. Vermeidung von Gebieten mit erhöhter Überflutungsgefahr). Von besonderer Bedeutung sind die METOC-Bewertungen jedoch immer, wenn Verlegungen und logistische Bewegungen tatsächlich stattfinden, z. B. im Rahmen größerer Übungen. Als fachliche Grundlage dienen nahezu ausschließlich NATO-METOC-Daten, welche über NAMIS, ab 2026 voraussichtlich über den Nachfolge-Service NIMBUS sowie NMDWeb bereitgestellt werden. Zudem kommen die bewährten NATO-METOC-Prinzipien und -Verfahren uneingeschränkt zur Anwendung. Da, wie in vielen Hauptquartieren, der Meteorologe im JSEC ein „Einzelkämpfer“ ist, liegt ein besonderer Schwerpunkt auf der Entwicklung hin zu einer kontinuierlichen, automatisierten Bereitstellung bewerteter METOC-Informationen für Führungsinformationssysteme. Erste Produkte existieren bereits und werden automatisch im NATO Common Operating Picture (NCOP) NATO-weit bereitgestellt. Hier gibt es aber noch weitreichendes Entwicklungspotential hin zu einem aussagekräftigen Recognized Environmental Picture (REP). Hervorzuheben ist die enge Zusammenarbeit mit anderen NATO Hauptquartieren.

Daneben werden aktuell in der NATO mit dem MAVEN Smart System (Palantir) und im JSEC mit dem Reinforcement Enablement Simulation Tool (REST = Eigenentwicklung mit Industrieunterstützung) weitere Software-Tools eingeführt, die neben vielen anderen, auch METOC-Daten und REP-Produkte verarbeiten und darstellen können sollen. Hier zeichnen sich für METOC in der nahen Zukunft spannende Projekte im Rahmen der Integration der METOC Fachinformationen in diese neuen Systeme und Verfahren ab.

GEOSPATIAL-UNTERSTÜTZUNG

Die Geospatial-Unterstützung im JSEC ist vergleichbar mit der Geospatial-Unterstützung in jedem anderen Kommandobereich ab der Ebene Division im Heer und aufwärts. Da dem JSEC keine Kräfte unterstellt sind, entfällt für den Dezernatsleiter die Funktion als Fachvorgesetzter gegenüber unterstellten GEOMETOC-Elementen.

Eine der zwei Hauptaufgaben ist die fachliche Beratung der Führung mit dem Fokus auf den Einfluss von Geofaktoren auf das RSN und dessen Management, sowie die Bereitstellung von Geodaten und ortsbezogenen Informationen für die Führungsinformationssysteme im JSEC als auch der NATO. Wobei hier der Schwerpunkt auf die umfassende fachliche Beratung und Betreuung

von fachbereichsübergreifenden Projekten aus den Abteilungen J5, JEng und J4 liegt. Es handelt sich hierbei um verschiedene Darstellungen der Infrastruktur und der Verkehrswege des RSN. Je nach Abteilung bestehen für die Planung auf dem RSN (J5), die Bewertung des ingenieurtechnischen Zustandes des RSN (JEng) oder dem Ausbau des RSN (J4) verschiedene Anforderungen hinsichtlich der Darstellung und der Metadaten. Die Herausforderung besteht darin, den verschiedenen Abteilungen, Nutzern von ArcGIS Projekten, verständlich zu machen, dass sie sich auf die Nutzung eines zentralen Datensatzes mit einem Datenverantwortlichen, der jede Änderung im zentralen Datensatz zu bewilligen hat, einigen müssen. Auf der Basis des immer gleichen zentralen Datensatzes kann dann je nach Anwender und Fragestellung das RSN unterschiedlich dargestellt und verwendet werden. Der zentrale Datensatz des RSN wird der gesamten NATO Command Structure zur Einbindung in weitere Führungs- und Informationssysteme zur Verfügung gestellt.

DIE GCC

Der im Prolog beschriebene „Weckruf“ ist auch nicht spurlos am Geospatial Fachbereich der NATO vorbeigegangen. Der als Trigger des Weckrufs agierende Russland-Ukraine-Krieg zeigt, dass zukünftige Konflikte, in denen die NATO aktiv werden könnte, eine große Bandbreite von Taktiken und Kampfweisen kennt, die sich einerseits schnell und flexibel an neue technische Entwicklungen anpassen und andererseits auf klassische Taktiken und Kampfweisen rückbesinnen müssen. Diese reichen vom klassischen Stellungskrieg, den man aus dem 19. und 20. Jahrhundert kennt, bis hin zum hochmodernen Gefecht mit und zwischen, zum Teil KI-gesteuerten, Drohnen in den Dimensionen Land, Luft und See als auch offene und verdeckte Operationen im elektro-magnetischen Spektrum sowie im Cyber- und Informationsraum. Die Navigation mittels Global Navigation Satellite Systems (GNSS) kann dabei nicht mehr als selbstverständlich vorausgesetzt werden. Diese Bandbreite von Kampfweisen erfordert eine angemessene Anpassung der GeoInfo-Unterstützung. Somit sind auch die von einigen schon für tot erklärten Papierkarten wieder auferstanden und feiern eine Renaissance. Um auch bei Ausfall, Störung oder Täuschung von GNSS weiter sicher navigieren und sich orientieren zu können, wurde es wieder notwendig, die eingesetzten Kräfte mit klassischen Papierkarten auszustatten. Grundsätzlich ist auch hier wieder jede einzelne Nation dafür verantwortlich, ihre eigenen Kräfte mit Papierkarten zu versorgen. Tatsache ist aber auch, dass in vielen Nationen die Fähigkeit zum Druck von Karten in sehr hoher Quantität, deren Lagerung und Verteilung der „Friedensdividende“ zum Opfer gefallen und

oftmals nicht mehr vorhanden ist. Daher hat die NATO beschlossen, die Kartenversorgung für alle NATO Kräfte neu aufzubauen, das sogenannte NATO Hardcopy Map Supply System zentral zu organisieren und zu steuern. Es ist vorgesehen, dass nicht mehr die einzelne Nation ihre Kräfte mit Karten versorgen muss, sondern, nach dem Solidaritätsprinzip, Nationen sich mit dem Drucken, Lagern und Verteilen von Karten gegenseitig aushelfen und unterstützen. Vergleichbar zum RSN gibt es auch hier eine Art funktionalen Teil, der die Abstimmung zum Drucken von Karten zwischen den Nationen und der NATO steuert, als auch die Prozesse entwickelt, wie die Kommunikation zwischen den Nationen zu erfolgen hat, und wie der grenzüberschreitende Warenverkehr erfolgt, sowie die Nachversorgung mit Karten geregelt ist. Der physische Teil wären dann die Druckinfrastruktur und die jeweiligen Kartendepots in den Nationen. Um die notwendigen Prozesse zu entwickeln und einzuführen sowohl die Abstimmung des Kartendrucks und der Kartenlagerung zwischen den Nationen zu organisieren als auch die Verteilung zu steuern, stellt die NATO eine Geospatial Coordination Cell im JSEC auf. Diese kann man sich als „die Spinne im Netz“ der NATO Kartenversorgung vorstellen. Die GCC soll zukünftig durch einen Hauptmann und einen Feldwebeldienstgrad betrieben werden.

FAZIT

Das JSEC stellt durch seine wegbereitende, steuernde und koordinierende Rolle die Verlegung von Kräften und den Transport von Material und Personal sicher, sodass der Vorteil eines potentiellen Gegners wie Russland mit zentral organisierter Logistik, Nachschub und Versorgung ohne Grenzverkehr gegenüber einem dezentralen, von 32 Nationen betriebenen System mit dutzenden von unterschiedlichen Grenzregimen aufgehoben wird. Die Einführung eines zentral von der NATO gesteuerten und koordinierten Kartenversorgungssystems ist eine große Innovation, welche die einzelne Nation entlastet, das Solidarprinzip in der NATO stärkt, und die Kartenversorgung der NATO Truppen sehr effizient macht. Damit trägt das JSEC wesentlich zu einer glaubhaften und nachhaltigen Abschreckung gegenüber einem potentiellen Gegner wie Russland bei.

ÜBERSCHWEMMUNGSGEFAHRENANALYSEN ALS BEITRAG ZUM SCHUTZ VON KRITISCHER INFRASTRUKTUR

MAJOR KEVIN RIEGER

Das sich stetig wandelnde Klima unseres Planeten beeinflusst immer stärker unsere Gesellschaft und damit auch die eigene Denk- und Lebensweise. Die Folgen des Klimawandels werden mit jedem Jahr deutlicher. Den Menschen in Westeuropa wurde der Klimawandel im Sommer 2021 auf eine katastrophale Weise deutlich. Starkregenfälle führten zu Hochwasser in weiten Teilen Europas, so auch in Deutschland. Durch das Hochwasser wurden u. a. große Teile Nordrhein-Westfalens in Mitleidenschaft gezogen. Auch auf Liegenschaften der Bundeswehr kam es an Infrastruktur zu zahlreichen Schäden durch diese Wassermassen. Starkregenereignisse mit destruktivem Hochwasser haben sich innerhalb der vergangenen Jahre intensiviert. Dies geht mit kürzeren Abständen zwischen einzelnen Ereignissen einher. Vor diesem Hintergrund ist auch die mögliche Gefahrenabwehr gegen Hochwasser und Überschwemmungen in allen Bereichen des öffentlichen Lebens anzupassen. Überschwemmungsgefahrenanalysen und die darauf basierenden Hochwasserschutzkonzepte sowie der in Folge umzusetzende infrastrukturelle Schutz liefern einen signifikanten Beitrag zum langfristigen Schutz dieser Infrastruktur. Im Rahmen der derzeitigen weltpolitischen Lage und einer damit verbundenen Refokussierung auf die Landes- und Bündnisverteidigung der Bundesrepublik Deutschland rückt auch der Hochwasserschutz von Bundeswehrliegenschaften, insbesondere von Kritischer Infrastruktur als wichtige Aufgabe in den Fokus. Auf Grund der sicherheitspolitischen Lage erfolgt die beispielhafte Darstellung an ausgewählten Liegenschaften ohne Orts- und Raumbezug.

METHODIK

Die Durchführung einer Fließwege-Senken- und Überschwemmungsgefährdungsanalyse gliedert sich in drei Phasen: Desktop Study, Ortsbegehung, Berichtsabfassung (KRÄMER & BARGEL 2023) (siehe **Abb. 1**).

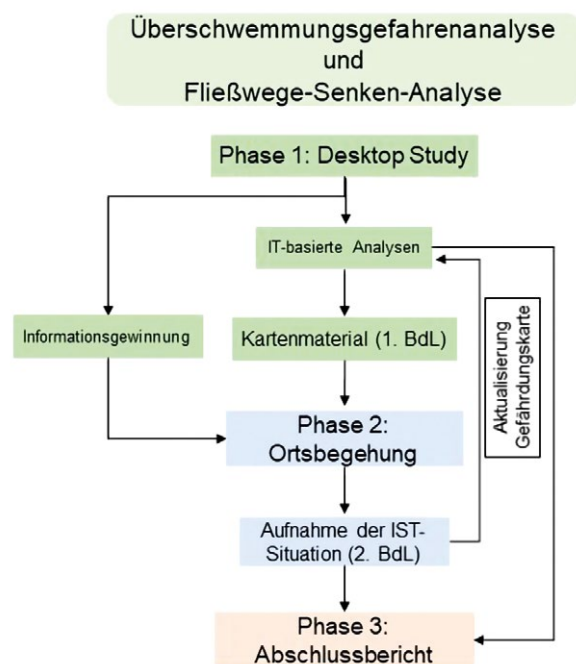
DESKTOP STUDY – DER (DIGITALE) INFORMATIONSGEWINNUNGSPROZESS

Das Rückgrat einer jeden Überschwemmungsgefahrenanalyse sowie jeder Fließwege- und Senken-Analyse (FSA) bildet der Informationsgewinnungsprozess. Hierbei ist zwischen dem Arbeitsstrang der GIS-gestützten

Analyse und dem Strang der „klassischen“ Informationsgewinnung zu unterscheiden.

Die „klassische“ Informationsgewinnung beschreibt hier das Recherchieren von Bestandsinformationen (open-source und militärisch). Infrastrukturelle Bestandsdaten einer Liegenschaft werden bezogen und auf projektbezogene Konsistenz geprüft. Während der Informationsgewinnung erhalten militärische Geologen bereits eine erste Idee des Fließverhaltens des Oberflächenwassers innerhalb und außerhalb einer Liegenschaft. Ferner wird das Liegenschaftspersonal zu bereits aufgetretenen Schäden durch Starkregen- und Überschwemmungsereignisse befragt. Hier ist insbesondere die Historie einzelner Ereignisse von besonderer Bedeutung. Dabei ist die Beantwortung einiger spezifischer Prüffragen für das Verstehen des gesamten Fließverhaltens innerhalb einer Liegenschaft von Bedeutung. Die Prüffragen richten sich nach bereits gewonnenen Informationen sowie der Liegenschaft selbst. Wichtige Prüffragen in diesem Zusammenhang können u. a. sein:

- Gab es in der Vergangenheit Hochwasser- oder Flutschäden an der Infrastruktur? Wenn ja, wo und in welcher Weise?



△ **Abb. 1:** Schematischer Verlauf einer Überschwemmungsgefahrenanalyse. Im Anschluss an die Ortsbegehung findet eine Re-Evaluierung der tatsächlichen Gebäudegefährdung statt (BdL = Beurteilung der Lage). (Quelle: eigene Darstellung, 2025)

- Von wo strömen nach Starkregen- und Schneeschmelzeereignissen die größten Wassermassen in die Liegenschaft?
- Welche Schutzmaßnahmen gegen Überflutungsschäden gibt es und waren diese in der Vergangenheit zweckmäßig?
- Welche Infrastrukturmaßnahmen mit Veränderung von Gebäuden (Abriss/Neubau) sind zukünftig geplant oder wurden vor kurzem umgesetzt?

Tragendes Element des Gesamtprozesses (**Abb. 1**) ist die GIS-gestützte Modellierung, Analyse und Simulation. Die Qualität der GIS-gestützten Analysen basieren dabei grundlegend auf der Verfügbarkeit belastbarer Datengrundlagen.

Erhoben werden u. a. Bestandsinformationen, welche sowohl durch Landesvermessungsämter (Höhendaten), dem Deutschen Wetterdienst (DWD) (Wetterdaten) als auch durch die Bundeswehr (infrastrukturelle Daten) zur Verfügung gestellt werden.

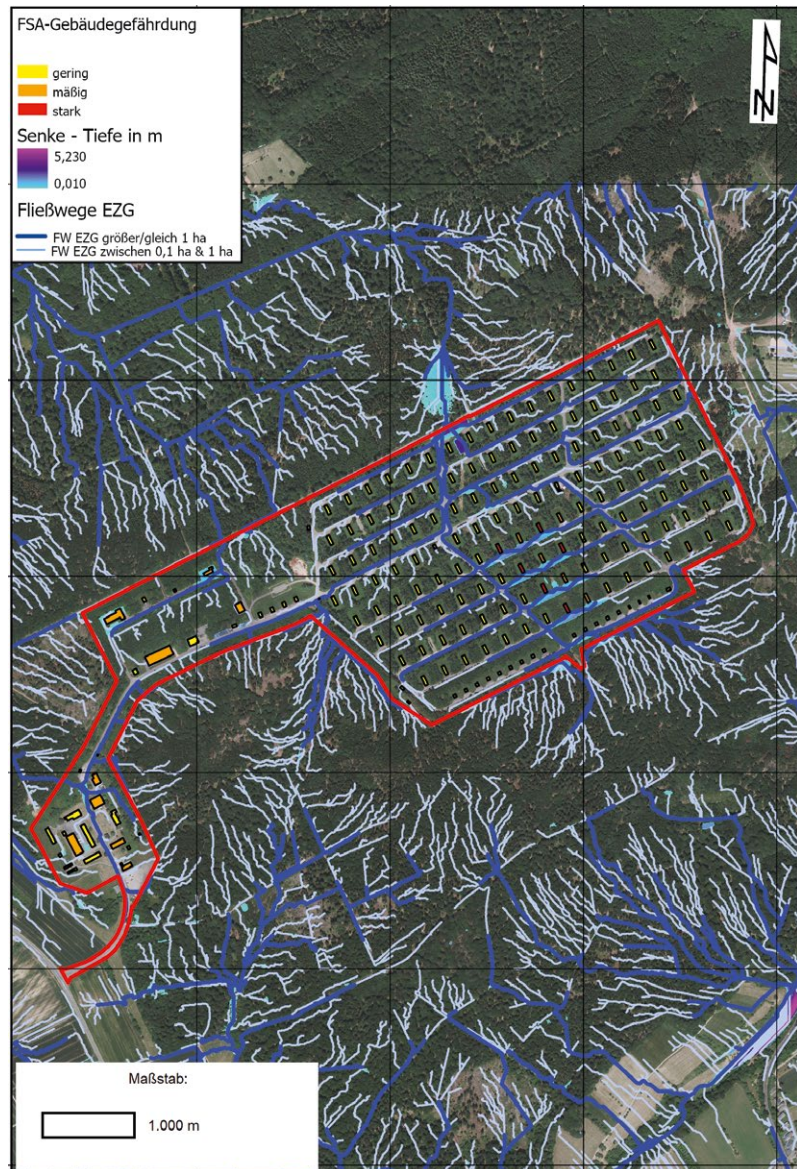
Nachfolgende Bestandsinformationen dienen als Grundlage:

- Digitales Geländemodell (DGM) mit einer Rasterauflösung von 1 m,
- Digitales Oberflächenmodell (DOM) mit einer Rasterauflösung von 1 m,
- Kostra-DWD-2020 Daten für Niederschlagsmengen,
- infrastrukturelle Gebäudedaten für einzelne Liegenschaften.

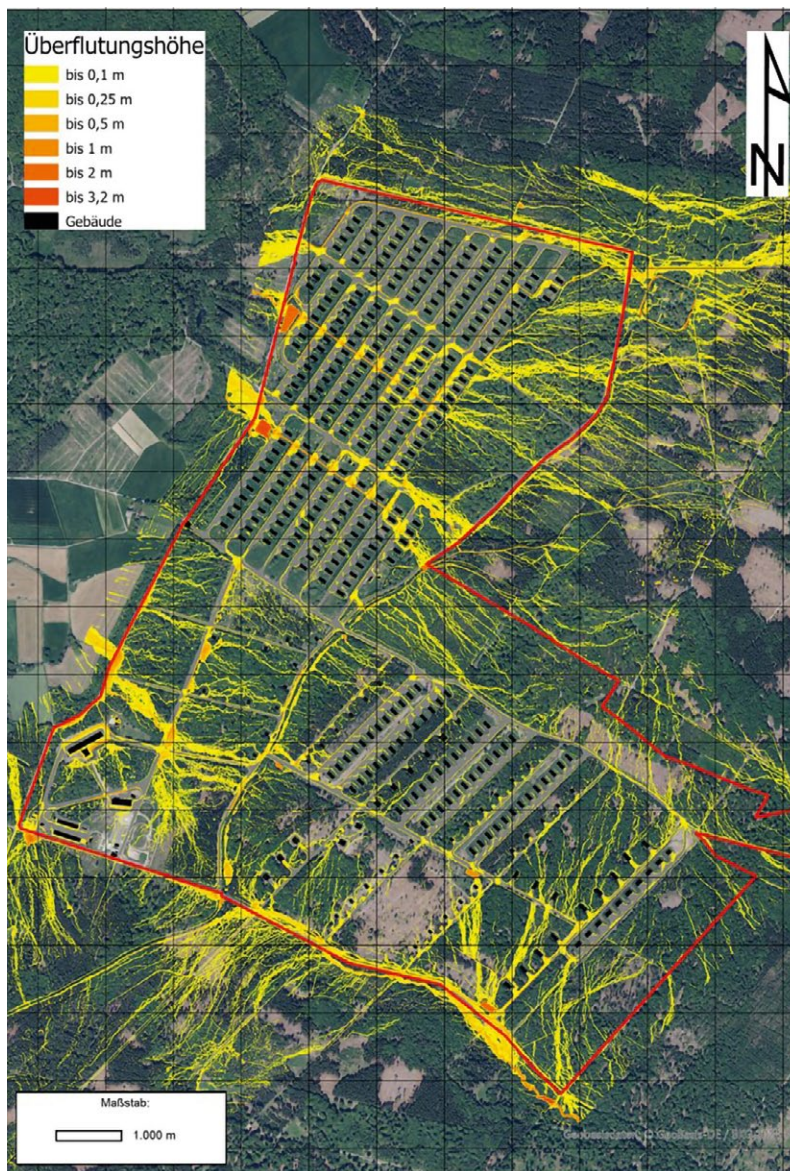
Softwareseitig wird die Software ArcGIS Pro der Firma ESRI mit dem Plug-In FloodAreaHPC (geomer GmbH) verwendet, um die eingeladenen Bestandsinformationen zu visualisieren und auf hydrologische Fragestellungen zu analysieren.

Die Topographie der DGM Basisdaten gibt u. a. Hinweise auf z. T. durch Vegetation verdeckte Senken. Größere Senken mit einem Mindestvolumen $\geq 5 \text{ m}^3$ in Gebäudenähe ($\leq 1 \text{ m}$) und innerhalb eines $\geq 100 \text{ m}^2$ Einzugsgebietes (EZG) werden farblich hervorgehoben und im weiteren Verlauf besonders bei der Analyse als Risikobereich betrachtet. Es gilt, je höher die Auflösung des DGM, desto besser können kleinere Geländestrukturen innerhalb der Software erfasst werden. Diese fließen in die Berechnung ein und präzisieren so das Analyseergebnis.

Zusätzlich berechnet die Software mögliche Fließwege von Niederschlagswasser anhand der Topographie. Hierbei ist ebenfalls eine hohe Rasterauflösung entscheidend, um hydraulische Leitstrukturen und ihren Einfluss auf die Gefährdung von Gebäuden durch Oberflächenwasser realistisch abzubilden. Die Gefährdungseinstufung von Gebäuden erfolgt anhand vorab festgelegter Parameter (Abstand zum Gebäude $< 5 \text{ m}$, EZG $> 0,1 \text{ ha}$ oder $> 1,0 \text{ ha}$). Die Klassifizierung der Gebäude basiert lediglich auf der eingespeisten Datengrundlage, kann von der Realität abweichen und dient als Vorabschätzung.



△ **Abb. 2:** Fließwege- und Senkenmodellierung anhand einer Beispielliegenschaft. Die blau-gefärbten Flächen zeigen Geländesenken: je dunkler, desto tiefer. Die blauen Linien markieren Fließwege von Oberflächenwasser. Die gelb und rot eingefärbten Gebäude geben die einzelnen Gefährdungen für die Liegenschaftsgebäude wieder (gelb: gering gefährdet, rot: stark gefährdet). (Quelle: ZGeoBw/Dezernat Geologie/Hydrologie/Geophysik 2025)



△ **Abb. 3:** Hydrodynamische Analyse für ein 30-jähriges Hochwasserereignis anhand einer Beispielliegenschaft. Die Farben zeigen die modellierte Höhe der Wasserstände entlang von Gebäudestrukturen (gelb: bis 0,1 m, hell orange: bis 0,2 m, dunkel orange: bis 0,5 m, rot: bis 1,5 m). (Quelle: ZGeoBw/Dezernat Geologie/Hydrologie/Geophysik 2025)

Neben der Gefährdungseinstufung einzelner Gebäude werden Hauptzustromrichtungen von Oberflächenwasser anhand der Fließwege ersichtlich. Dies ermöglicht den Bearbeitenden gebäudespezifische Handlungsempfehlungen für den Hochwasser- und Überflutungsschutz der Liegenschaft im Abschlussbericht auszusprechen. Darüber hinaus wird ein 30-jähriges Niederschlagsereignis für die Liegenschaft simuliert. Dazu werden Abflussmengen, Stauwasserhöhen entlang von Gebäuden sowie Strömungsgeschwindigkeiten des Oberflächenwassers mittels FloodAreaHPC berechnet. Mittels Software kann der Abfluss des Oberflächenwassers variieren. Von besonderer Relevanz ist hierbei das öffentliche- und nichtöffentliche Kanalsys-

tem. Grundsätzlich wird bei durchzuführenden Analysen von einem „Worst-Case-Szenario“ ausgegangen. Das bedeutet, Oberflächenwasser versickert nicht im Boden, die Kanalisation und querende Durchlässe unterhalb von Straßen sind überlastet und blockiert. Im Ergebnis werden maximal mögliche Stauwasserhöhen entlang der Gebäude modelliert, sodass gefährdete Bereiche eindeutig identifiziert werden können.

Die Einzelprüfung der möglichen gefährdeten Gebäude erfolgt im Rahmen einer Ortsbegehung.

ORTSBEGEHUNG – DER BLICK INS GELÄNDE

Getreu dem Motto „nichts ersetzt den Blick ins Gelände“ ist eine Ortsbegehung im Rahmen der Überschwemmungsgefahrenanalyse/FSA vorgesehen. Die Ortsbegehung dient der Überprüfung der am PC modellierten Daten und der Aufnahme des IST-Zustandes der Liegenschaft. Hierbei werden auch Gebäudeöffnungen und Zugänge zu Gebäuden betrachtet, die innerhalb der Modellierung nicht beachtet werden konnten, da sie entweder nicht bekannt oder zu kleinräumig für die Modellierung waren. Die zu Beginn bereits angesprochene Befragung des Liegenschaftspersonals verdichtet dabei die gewonnen Erkenntnisse. Während der Ortsbegehung liegt das Augenmerk zunächst auf der allgemeinen Geländestruktur (Relief) und fokus-

siert sich im Verlauf auf die einzelnen Gebäude und -Strukturen. Ein Fließverhalten von Oberflächenwasser kann auf diese Weise nachvollzogen und -skizziert werden. So ist es im weiteren Verlauf der Begehung und abschließenden Bewertung möglich, konkrete Verbesserungen des Hochwasserschutzes für Gebäude sowie infrastrukturelle Bereiche zu empfehlen. Erfahrungen zeigen, dass die Modellierungen gut mit der Realität übereinstimmen. Ausgeschlossen von der Begutachtung sind Gebäude, die im Rahmen von Infrastrukturmaßnahmen abgerissen oder neu errichtet werden sollen. Unschärfen der PC-Modellierungen werden vor Ort identifiziert und bei Neuberechnungen berücksichtigt. Grundsätzlich sind die Modellierungen

von der Datenqualität und deren Auflösung abhängig und werden durch die Rasterauflösung des DGMs und DOMs begrenzt. Dabei werden Objekte unterhalb dieser Auflösung nicht durch das Modell erfasst. Die Ortsbegehung wird durch eine umfassende Fotodokumentation abgeschlossen.

ABSCHLUSSBERICHT – EMPFEHLUNGEN ZUM ÜBERSCHWEMMUNGSSCHUTZ

Das Dach der gesamten Analyse bildet der fachliche Abschlussbericht. Hier werden alle Ergebnisse aus den vorangegangenen Phasen abgebildet, interpretiert und Folgerungen in Form von Handlungsempfehlungen abgeleitet. Ergänzt wird der Bericht durch eine umfangreiche Karten- und Fotodokumentation. Abgeleitete Empfehlungen zielen auf einen gerichteten Schutz von Einzelgebäuden oder infrastrukturellen Bereichen ab. Oftmals sind lediglich kleinere Gelände- oder Infrastruktureingriffe notwendig, um das Fließverhalten signifikant zu beeinflussen.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die derzeit genutzten GIS-gestützten Modellierungen zeigen gute Übereinstimmungen zwischen Modell und Realität. Die Rasterauflösung der Oberflächen- und Geländemodelle sind dabei ein Schlüsselfaktor. Rasterauflösungen von fünf bis zehn Zentimetern wären

nach derzeitigem Kenntnisstand zur Auflösung von kleineren hydraulischen Leitstrukturen (u. a. Randsteine) zweckmäßig. Ob dies jedoch mit der Rechenlaufzeit und der Genauigkeit zweckdienlich ist, muss zukünftig eruiert werden. Die Ortsbegehung validiert die vorher errechneten Modelle und liefert zusätzliche Hinweise auf gefährdete Bereiche. Gebäudespezifische Handlungsempfehlungen zum Schutz der Infrastruktur gründen sich auf die Ergebnisse der Ortsbegehung. Die hier vorgestellte Methodik zur Überschwemmungsgefahrenanalyse ist eine schnelle und effiziente Möglichkeit, den infrastrukturellen Schutz von Liegenschaften gegen Hochwasser und Überschwemmungen zu verbessern. Ein Zusammenspiel zwischen verschiedenen Dienststellen ist letztlich für einen erfolgreichen Schutz vor Hochwasser und Überschwemmungen erforderlich, ebenso die Umsetzung der im Abschlussbericht formulierten Handlungsempfehlungen zur Verbesserung des infrastrukturellen Liegenschaftsschutz.

LITERATURVERZEICHNIS

KRÄMER, S.; BARGEL, L. (2023): Methodik zur Überflutungsgefahrenanalyse für Liegenschaften der Bundeswehr mittels GIS-gestützter topografischer Fließwege- und Senkenanalyse. Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie (IftwH) GmbH, Hannover.

SEEGANGSMODELLIERUNG

Überblick und die Entwicklung von ICON-WAVES

DR. JOERN GEISBÜSCH, OBERREGIERUNGSRAT DR. LARS WIEGAND, REGIERUNGSDIREKTOR UWE PAUL



Zur Optimierung der für den operationellen Einsatz relevanten Seegangsinformationen wird das **Seegangsmo- dell ICON-WAVES** entwickelt. Dieses Modell integriert die Kopplung zu ICON-Atmosphärenvorhersagen und ermöglicht die Simulation und Vorhersage der Ausbreitung von Oberflächenwellen im Ozean sowohl für globale als auch für regionale Anwendungen. Eingangs werden für allgemeine und im weiteren Verlauf spezifische maritime, insbesondere militärische, Anwendungen der Nutzen einer modernen, gekoppelten Seegangsmo- dellierung erläutert. Das Fachprojekt FPe „Kopplung Wetter-Seegang“ liefert dabei vielversprechende erste Ergebnisse auf Basis der ICON-WAVES-Seegangsdyn- amik. In diesem Beitrag werden die im Rahmen des Projekts erzielten Meilensteine sowie die geplanten Ent- wicklungsschritte vorgestellt. Zuvor erfolgt eine kurze Einführung in die Entwicklung hin zur aktuellen See- gangsmodellierung und eine kompakte Darstellung der theoretischen Grundlagen spektraler Seegangsmo- delle der dritten Generation, die eine fortschrittliche, annah- menfreie Modellierung des Seegangs ermöglichen. Im Rahmen der kontinuierlichen Weiterentwicklung mariti- mer Vorhersage- und Entscheidungssysteme (Tactical Decision Aids (TDA)) auf Basis innovativer, präziser und leistungsfähiger Seegangsvorhersagemodelle ist dies für die TSK Marine von größtem Interesse.

Der Seegang bezeichnet den Gesamtzustand der Mee- resoberfläche, der in erster Linie durch die vorhandenen Wellen charakterisiert wird. Er umfasst die Höhe, Länge, Periode und Richtung der Wellen aus dem Zusammen- spiel von Windsee, Dünung als auch Strömungen. Der Seegang wird durch lokale Winde direkt aber auch durch Dünung, die durch (weit) entfernte Stürme erzeugt wird, und in bestimmten Regionen durch Strömungen, die durch Dichtegradienten aufgrund von Temperatur- und Salzgehaltsunterschieden sowie durch Gezeiten entste- hen, beeinflusst. Windwellen sind Wellen, die durch die Wechselwirkung des lokalen Windes mit der Meeres- oberfläche entstehen. Ihre Höhe, Länge und Periode stehen in direktem Zusammenhang mit der Windge- schwindigkeit, der Dauer und der Windlauflänge (Ent- fernung, über die der Wind weht). Dünungs-Wellen sind Wellen, die sich von ihrem Entstehungsort wegbewegt haben. Sie zeichnen sich durch längere Wellenlängen und abgerundete Wellenkämme aus, und ihre Höhe ist nicht abhängig von lokalen Winden. Strömungen wieder- um können Wellen bremsen bzw. beschleunigen, was Wellenhöhe, -steilheit und -brechen beeinflusst. Eine

starke entgegenwirkende Strömung führt z. B. zu stei- leren und rauerer Wellen. Die signifikante Wellenhöhe (SWH) ist eine gängige Messgröße zur Beschreibung des Seegangs. Sie entspricht der durchschnittlichen Höhe des höchsten Drittels der über einen bestimmten Zeitraum beobachteten Wellen. Daher beziehen sich die meisten Seegangsvorhersagen auf diese Größe (siehe z. B. <https://gismarine.geo.markdo.mar/portal/apps/sites/#/oceanography> und PAUL & GUNKEL 2021).

Die Modellierung des Seegangs spielt eine Rolle bei ozeanografischen und meteorologischen Vorhersagen. Ihre Anwendung liegt in den Bereichen Seeverkehrssi- cherheit, Offshore-Technik (z. B. Windfarmen und Bohr- türme), Klimastudien und Marineoperationen. Zu den einflussreichsten und beständigsten Modellen in diesem Bereich gehört das WAM (Wave Model), das Ende der 1980er Jahre von der WAMDI-Gruppe (Wave Modelling Development and Implementation Group) grundlegend entwickelt wurde (WAMDI-Gruppe: HASSELMANN et al. 1988). Das WAM ist ein Wellenmodell der sogenan- ten dritten Generation, das die Wellenenergiedichte bzw. „Wellenaktionsgleichung“ numerisch löst und eine voll- ständig spektrale Beschreibung der Entwicklung von Meereswellen ohne vorherige Annahmen über das Wel- lenspektrum ermöglicht. Im Weiteren wird zunächst auf die historische Entwicklung von Seegangsmo- dellien eingegangen und Grundlagen besprochen, bevor im spe- ziellen das ICON-WAVES Modell und der militärische Nutzen behandelt werden.

DIE ENTWICKLUNG DER SEEGANGSMODELLIERUNG

Die Modellierung des Seegangs hat seit ihren empi- rischen Anfängen bis heute bedeutende Fortschritte gemacht und sich zu ausgefeilten Spektralmodellen entwickelt. Dieser kurze Überblick beschreibt die chro- nologische Entwicklung und die Fortschritte bei den physikalischen Modellierungstechniken.

Vor der Gründung der WAMDI-Gruppe handelte es sich bei den Seegangsmo- dellien fast ausschließlich um Modelle der ersten Generation, die empirische Formeln und Mes- sungen zur Schätzung von Wellenparametern verwen- deten, die hauptsächlich auf Windgeschwindigkeit und Wind- lauflänge basierten. Diese Modelle berücksichtigten nicht die spektrale Natur der Meereswellen und behandelten die Meeresoberfläche als einen einwertigen Prozess, ohne die Energieverteilung über Wellenfrequenzen oder -rich- tungen aufzulösen. Infolgedessen war die physikalische Darstellung vereinfacht und bot nur begrenzte Mög- lichkeiten für globale oder langfristige Vorhersagen.

Seegangmodelle der zweiten Generation stellen einen Zwischenschritt zwischen empirischen (erste Generation) und vollständigen spektralen (dritte Generation) Wellenmodellen dar. Sie zeichnen sich durch einen parametrischen Ansatz zur Modellierung des Meereswellenspektrums für den Windseegang aus, der sich auf voreingestellte Spektralformen (wie die JONSWAP- (Joint North Sea Wave Project) oder Pierson-Moskowitz-Spektren) und empirische Beziehungen für das Wellenwachstum und die Wellenentwicklung stützt. Diese Modelle beschreiben bei relativ konstanten Windbedingungen recht gut den Seegang, haben jedoch Schwierigkeiten mit sich schnell ändernden oder komplexen Windfeldern (wie Stürmen oder Zyklonen), bei denen Windsee und Dünung miteinander interagieren. Modellen der zweiten Generation fehlt die Fähigkeit, vollständige zweidimensionale Wellenspektren und dynamische nichtlineare Energieübertragungen zu erfassen. Die Schwächen bzw. Unzulänglichkeiten der Modelle der ersten und zweiten Generation wurden in der SWAMP-Studie zum Vergleich von Wellenmodellen identifiziert und ausführlich diskutiert (SWAMP GRUPPE 1985).

Die Gründung der WAMDI-Gruppe Mitte der 1980er Jahre markierte einen Paradigmenwechsel. Die wichtigste Errungenschaft von WAMDI war die Entwicklung des WAM, eines Wellenmodells der dritten Generation. Dieses Modell war das erste, das die vollständige Energiebilanzgleichung für das Wellenspektrum löst, ohne dessen Form vorzugeben, sodass sich das Wellenspektrum unter Windeinfluss, Dissipation, nichtlinearen Wellen-Wellen-Wechselwirkungen und Ausbreitung auf einem globalen sphärischen Gitter frei entwickeln kann. Zu den wichtigsten Fortschritten, die WAM Ende der 1980er Jahre erzielte, gehören neben der expliziten physikalischen Behandlung von Quell- und Senktermen (Windeinfluss, Weißwasserbildung, nichtlineare Wechselwirkungen, Bodenreibung) auch erstmalig die globale Anwendbarkeit eines Seegangmodells sowie die Einführung eines numerischen Verfahrens zur Modellierung nichtlinearer Wellen-Wellen-Wechselwirkungen (Discrete Interaction Approximation (DIA)), welche die Berechnung dieser komplexen Wechselwirkung für den operativen Einsatz möglich macht. Die neueste Version des Ursprungsmodells WAM, welche hochgradig parallelisiert und modularisiert ist, so dass Teile des in Fortran 95 und MPI (Message Passing Interface) geschriebenen Codes einfach zu ersetzen bzw. auszutauschen sind, liegt zurzeit in Version Cycle 7 vor (<https://github.com/myWAVEModel/WAM>). Nach WAMDI verlagerte sich der Schwerpunkt auf verbesserte Datenassimilation, höhere Auflösungen und regionale Anwendungen. Die Assimilation von Satellitenaltimeterdaten (z. B. ERS-2, ENVISAT, JASON, Sentinel Satelliten) in operationelle Modelle verbesserte die Vorhersagegenauigkeit, insbesondere für SWHs und Windgeschwindigkeiten. Es wurden erweiterte physika-

lische Prozesse einbezogen, wie z. B. eine ausgefeiltere Darstellung der Wechselwirkungen mit Meereis und der Dynamik in flachen Gewässern. Spektralmodelle wie WAM wurden angepasst und zu regionalen Modellen (mit Auflösungen von lokal bis zu 1 km) erweitert und weltweit übernommen (z. B. Implementierungen durch DWD, EZMW (Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage), Météo-France etc.). Fortschrittliche Qualitätskontrollschemas für assimilierte Beobachtungen verbesserten die Zuverlässigkeit weiter. Das WAM wird kontinuierlich weiterentwickelt und für bestimmte Anwendungen angepasst. Eine wichtige Entwicklung war z. B. das SWAN-Modell (Ris et al. 1994, Booij et al. 1999), das speziell für die Modellierung von Wellen in Küstennähe entwickelt wurde, aber auch der Code des ursprünglichen WAM hat mittlerweile Erweiterungen für diese Art von Simulationen erhalten.

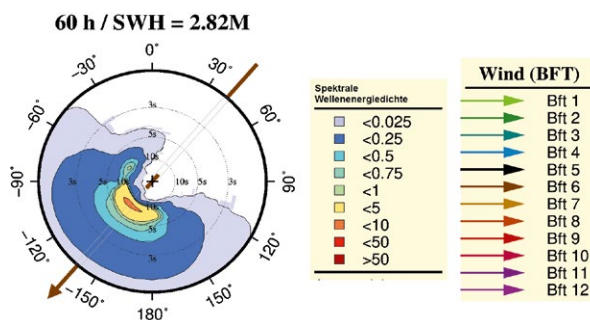
THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Wie vormals erwähnt, ist das WAM ein Wellenmodell der dritten Generation, das die Wellentransportgleichung, ohne Annahmen über die Form des Spektrums zu treffen, explizit löst. Es repräsentiert somit die Physik der Wellenentwicklung für den vollständigen Satz von Freiheitsgraden eines zweidimensionalen Wellenspektrums. Das zweidimensionale Wellenspektrum wird hierbei durch Integration der spektralen Transportgleichung (Bilanzgleichung der Wellenenergie) berechnet (siehe z. B. JANSSEN 2004). Dabei wird die zeitliche und räumliche Entwicklung des Spektrums der Wellenenergiedichte $F(k, \theta, \mathbf{x}, t)$ in Bezug auf die Wellenzahl $k = 2\pi/l = 2\pi\vartheta$ (mit der Wellenlänge l bzw. der Wellenfrequenz ϑ) und die Richtung θ an einem Ort $\mathbf{x}$ (z. B. Breiten- und Längengrad) zur Zeit t wie folgt beschrieben:

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \nabla \cdot [(\mathbf{c}_g + \mathbf{U})F] = S_{in} + S_{nl} + S_{dis} + S_{bf} + S_{br} + S_{ice}$$

(Gleichung 1),

wobei $\mathbf{c}_g$ die Gruppengeschwindigkeit ist und $\mathbf{U}$ für Strömungen steht. Die Quell- bzw. Senkterme auf der rechten Seite der Transportgleichung umfassen die Beiträge von Windeinfluss S_{in} , nichtlinearer Wechselwirkung S_{nl} , Dissipation S_{dis} (Weißwasser-Dissipation), Bodenreibung S_{bf} , Wellenbrechung S_{br} (Energieverlust aufgrund von tiefenbedingter Brechung) und gegebenenfalls S_{ice} für Eisrandzonen. Bis zur aktuellen Version (WAM Cycle 7) wurde das Modell stetig weiterentwickelt. Signifikante Weiterentwicklungen des ursprünglichen WAM werden z. B. in GÜNTHER et al. (1992) und besonders KOMEN et al. (1994) detailliert beschrieben. Zur Veranschaulichung des Konzepts des Frequenz-Richtungs-Seegangsspektrums zeigt **Abbildung 1** ein typisches Beispiel einer WAM-basierten Seegangsvorhersage.



△ **Abb. 1:** Frequenz-Richtungs-Seeegangsspektrums: Die 60-Stunden-vorhergesagte Amplitude der spektralen Wellenenergiedichte wird in Abhängigkeit von Frequenz bzw. Periode und Richtung im Atlantik bei 35° N, 75,4° W gezeigt. Das sogenannte Frequenz-Richtungs-Seeegangsspektrum stammt von einer WAM-Vorhersage des GWAM am Seewetteramt (DWD). Der Pfeil verdeutlicht die vorherrschende Haupt-Windrichtung, deren Stärke in der geläufigen Beaufort-Skala angegeben ist. Die resultierende vorhergesagte SWH beträgt 2,82 m. (Quelle: Seewetteramt (DWD), Hamburg)

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN IN DER SEEGANGSVORHERSAGE

Die Seegangsvorhersage hat sich in den vergangenen Jahren durch signifikante Fortschritte in Physik, Modellierung und Datenassimilation grundlegend weiterentwickelt. Moderne Spektralmodelle basieren heute auf hochauflösenden Windfeldern aus gekoppelten Atmosphärenmodellen und assimilieren Echtzeitmessungen von Satelliten, Bojen und Schiffen. Diese Modelle nutzen Zwei-Wege-Kopplung zwischen Seegang und Atmosphäre als auch mit Ozeanströmungen und Meereis (Oberflächenrauigkeit, Stokes-Drift, Langmuir-Turbulenz). Dadurch kann die Energieübertragung zwischen Atmosphäre und Ozean realistischer abgebildet werden. Eine zentrale Rolle spielen auch verbesserte Parametrisierungen der Wechselwirkungen zwischen Wellen und turbulenten Prozessen. Sie ermöglichen eine genauere Beschreibung der Energieumwandlung innerhalb des Systems und tragen wesentlich zur Vorhersagegenauigkeit bei. Dies erlaubt auch eine physikalisch konsistentere Darstellung der Dissipationsprozesse. Um komplexe Küstengeometrien bis in den Kilometer- und Subkilometerbereich abzubilden, finden verschachtelte bzw. unstrukturierte Gitter Anwendung.

Parallel dazu sind anspruchsvolle Datenassimilationsverfahren wie variationelle Methoden oder Ensemble-Kalman-Filter entwickelt worden, um Beobachtungen effizient in nahezu Echtzeit in die Modelle zu integrieren. Hierbei kommt in gekoppelten Modellen eine gemeinsame Wind-Wellen-Assimilation (Kohärenz zwischen Wind und Seegang) zum Einsatz. Ergänzt werden diese Methoden durch maschinelles Lernen (ML), das zumeist für die lokale Nachbearbeitung und Verbesserung der kurzfristigen Vorhersage oder auch in hybriden Modellen zur effizienten Berechnung komplexer Prozesse eingesetzt wird. Erste Versuche einer vollständig ML-basierten Seegangsvorhersage werden ebenfalls bereits durchgeführt.

Moderne Vorhersagesysteme werden kontinuierlich evaluiert und verifiziert und ermöglichen heute mehr-tägige, hochpräzise Seegangsvorhersagen auf globaler wie regionaler Ebene.

DAS ICON-WAVES PROJEKT

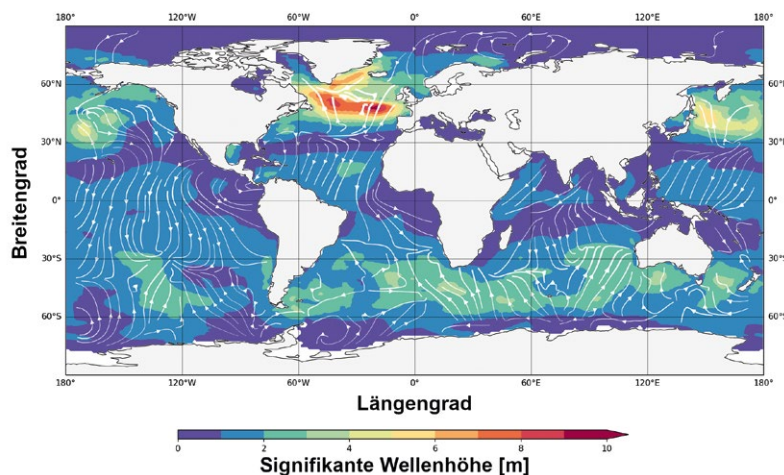
Im Weiteren wird detailliert das ICON-WAVES-Projekt, seine Ziele, Methoden und Unterschiede zu früheren und aktuellen Anwendungen am DWD und bei der Marine vorgestellt und erläutert. Das ICON-WAVES-Projekt ist ein Wellenmodellierungsprojekt, das in den ICON-Modellierungsrahmen integriert ist. Das NWV-Modell ICON (ICOsahedral Nonhydrostatic) ist eine gemeinsame Entwicklung des Deutschen Wetterdienstes (DWD), des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (MPI-M), des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und des Deutschen Klimarechenzentrums (DKRZ). Dabei setzt ICON-WAVES zum Teil Entwicklungen, wie sie im vorherigen Abschnitt beschrieben sind, um. ICON-WAVES übernimmt die Wellenphysik der dritten Generation aus dem weiterentwickelten WAM und ist somit eine Implementierung des WAM realisiert auf dem Ikosaeder-Gitter von ICON, einschließlich detaillierter Quellterme für u. a. Windeinflüsse, nichtlineare Wellen-Wellen-Wechselwirkungen, Weißkappen-Dissipation. ICON-WAVES implementiert die Advektion der Wellenenergie durch die Lösung der vollständigen spektralen Energiebilanzgleichung (siehe Gleichung 1). Dabei werden sowohl geographische als auch spektrale Transporte berücksichtigt. Die geographische Advektion erfolgt in Kugelkoordinaten auf dem ikosaedrischen Gitter von ICON. Die spektrale Advektion bildet Richtungs- und Frequenzverschiebungen infolge von Brechung, Strömungseinfluss und Wassertiefenänderungen ab. Diese physikalische Vollständigkeit ermöglicht eine genaue Simulation sich entwickelnder Wellenspektren. Die Verwendung des Ikosaeder-Gitters unterstützt skalierbare Auflösungen, eine höhere Genauigkeit und vermeidet polare Singularitäten, die herkömmliche Wellenmodelle mit Längen- und Breitengittern einschränken. Zur konsistenten Einbindung in das ICON-System nutzt ICON-WAVES das grundlegend physikalische Größen erhaltende Tracer-Transportmodul der ICON Atmosphären-Simulation (ICON-A). Jeder spektrale Energie-Bin wird dabei als passiver Tracer mit definierter Gruppengeschwindigkeit und Ausbreitungsrichtung behandelt. Diese einheitliche Struktur erleichtert die Kopplung und ermöglicht eine effiziente numerische Integration über Raum und zeitliche Periode bzw. Frequenz. Die numerische Lösung basiert auf einem raum-zeitlichen Finite-Volumen-Verfahren (Flux-form Semi-Lagrangian Scheme (FFSL)). Zudem wird ICON-WAVES mit der ICON Atmosphären-Simulation mit Hilfe des Kopplers YAC (Yet Another Coupler) direkt bidirektional zum Austausch dynamischer Variablen gekoppelt. Bisherige Implementierungen des WAM am DWD und am Seewetteramt in Hamburg als auch bei der Marine erlauben keine direkte Zwei-Wege-Kopplung son-

den beruhen auf externen Antrieben („external forcings“), welche das Problem haben, dass sie nicht zu physikalisch vollständig kohärenten Zuständen führen. Das Koppungssystem YAC ermöglicht einen häufigen Austausch von Variablen wie Windantrieb, welleninduzierte Rauheit (und Meereisbedeckung) zwischen Atmosphäre und Seegang und verbessert so die Realitätsnähe und Reaktionsfähigkeit der Vorhersagen. In seiner ursprünglichen Implementierung vernachlässigt das (zweidimensionale) ICON-WAVES Modell dabei Meeresströmungen sowie den Stokes-Drift. Erst durch eine Zwei-Wege-Kopplung mit der Ozeansimulation (ICON-O), die ebenfalls auf einem Ikosaeder-Gitter realisiert ist, wird dies umgesetzt. Es besteht allerdings die Möglichkeit die Strömung in ICON-WAVES zunächst auch als externen Antrieb einzubringen. Eine Kopplung von ICON-WAVES mit ICON-O ebenfalls über den YAC-Koppler befindet sich zurzeit in der Umsetzung (DFG TransRegio Projekt TRR181). Resultierend findet ICON-WAVES somit Eingang in ein vollständig gekoppeltes Erd-System-Modell (ESM), was auf ICON basiert. Im Gegensatz zu eigenständigen herkömmlichen Wellenmodellen ist ICON-WAVES somit Teil einer nahtlosen Erdsystemmodellierungsumgebung, die Komponenten der Atmosphäre, der Ozeane, des Landes (als auch der Kryosphäre) umfasst. Dies ermöglicht konsistente gekoppelte Simulationen an der Grenzschicht/-fläche und den Austausch von Energie, Impuls und Masse zwischen den Wellen und den atmosphärischen sowie ozeanischen Komponenten. **Abbildung 2** stellt eine mit Hilfe von ICON-WAVES erstellte globale Seegangsvorhersage dar.

Die Entwicklung des ICON-WAVES Projektes erfolgte zunächst global. Mittlerweile bietet ICON-WAVES einen Limited-Area-Modus (LAM), der hochauflösende regionale Seegangsvorhersagen innerhalb des globalen Modells liefern kann. Die Regionalisierung von ICON-WAVES zielt darauf ab, die Wellenmodellierungsfähigkeiten lokal zu verbessern und genauere

und höher aufgelöste (feinere räumliche und zeitliche Auflösung) Seegangsvorhersagen für bestimmte Gebiete, wie z. B. den Nordatlantik, zu liefern. Insbesondere das gesamt gekoppelte System kann hierbei seine Vorteile in Bezug auf physikalische Kohärenz und Skalierbarkeit voll geltend machen. Umfangreiche Vorverarbeitungsworkflows, einschließlich Gittererzeugung, Interpolation von Grenzflächendaten aus globalen Läufen und tiefgehende Tests, reduzieren Interpolations- und Zeitschrittfehler und verbessern so die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der LAM Vorhersagen.

Zuletzt wurde auch die Implementierung einer ersten Datenassimilation (DA) im ICON-WAVES Projekt erfolgreich durchgeführt. Zunächst wird die SWH assimiliert. Später soll dann im gekoppelten Modell auch der 10 m-Wind assimiliert werden. Aktuell basiert die DA der SWH auf einem variationellen Verfahren (3D-VAR). Beobachtungen der SWH der Satelliten Sentinel-3A/B sowie JASON-3, die den DWD eigenen Datenbanken entnommen werden, werden für die DA aufbereitet. Die Ausführung der DA erfolgt in der DACE Umgebung (Data Assimilation Coding Environment) des DWD. DACE ist ein modulares Softwaresystem, das die Kerninfrastruktur für die Implementierung und Erprobung von DA-Schemata in NWP-Anwendungen bereitstellt. Im FPe „Kopplung Wetter-Seegang“ kommt DACE2, die neueste Version der Umgebung zum Einsatz. Diese unterstützt verschiedene DA-Algorithmen und ist gemeinsam mit dem ICON-Modell entwickelt wurden. Die Umgebung ermöglicht eine effiziente Durchführung und Verwaltung von Assimilationsversuchen und erleichtert so die operative Entwicklung von DA-Verfahren. Um DA-Zyklen über mehrere Zeitschritte hinweg und wiederholte Tests einzelner Module wie Randdaten, Modellläufe und Assimilationsschemata zu fahren, wird beim DWD die BACY Umgebung (Basic Cycling Environment) verwendet. BACY ist ein Skript-System basierend auf DACE2, das den operativen DA-Zyklus nachbildet und es so ermöglicht, Modellentwicklungen in einer kontrollierten Umgebung effizient zu testen. Es erleichtert die Fehlersuche und ermöglicht eine schnelle Prototypenerstellung. Insbesondere wird BACY verwendet, um die Auswirkungen neuer Beobachtungen oder Modelländerungen auf Vorhersagen zu untersuchen und die Assimilationsleistung zu bewerten, ohne das gesamte operative Datenbanksystem ausführen zu müssen.



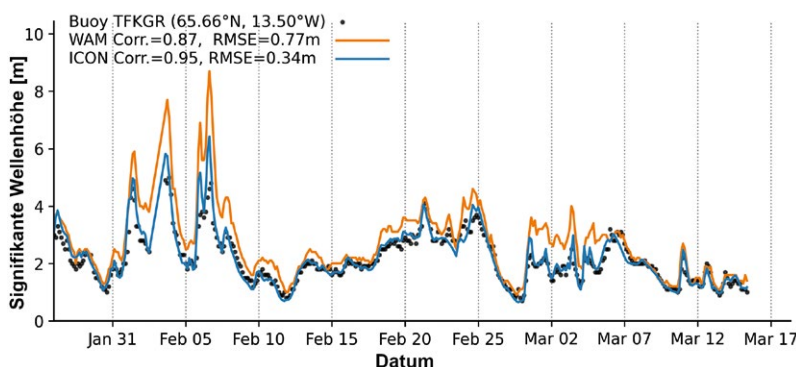
△ **Abb. 2:** Mit ICON-WAVES erstellte globale 48-Stunden-Seegangsvorhersage. Die Farbskala beschreibt die örtliche SWH und die mittlere Wellenrichtung ist ebenfalls gegeben. (Quelle: M. Dobrynin (DWD))

ICON-WAVES: VORLÄUFIGE ERGEBNISSE

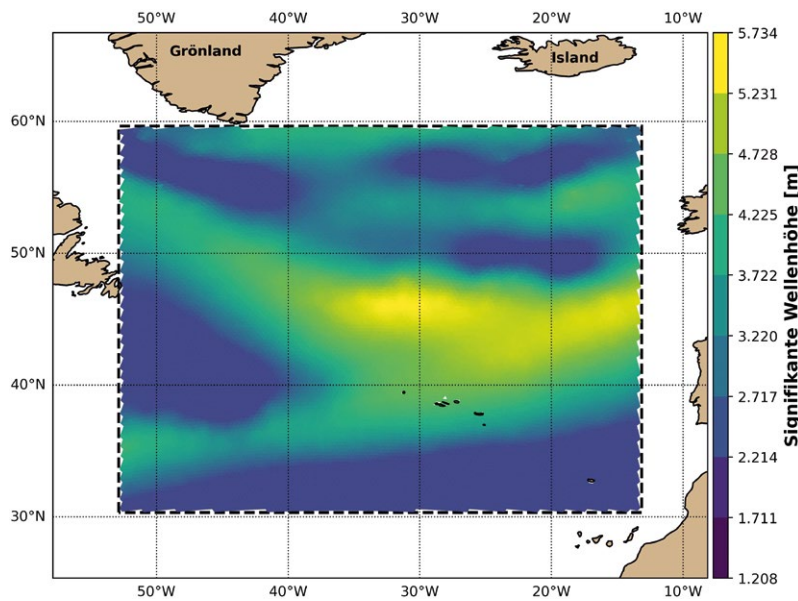
Im Folgenden werden einige Resultate aus der bisherigen Entwicklung der ICON-WAVES Seegangsimplementierung und im speziellen dem FPe 5533 („Kopplung Wetter-Seegang“) vorgestellt. Phase 1 des FPe 5533, die über circa 2,5 Jahre lief, wurde Ende Juli 2025 abgeschlossen. Zurzeit befindet sich das Seegangsimplementierung ICON-WAVES noch in der prä-operationellen Entwicklung. Ein Vergleich mit dem am DWD operationellen ungekoppelten WAM-Modell wie in **Abbildung 3** zeigt bereits das Potenzial des ICON-WAVES Modells. Es übertrifft oftmals bereits den operationellen Standard. In der Phase 1 des FPe 5533 wurde ein Limited Area Modus (LAM) implementiert. Der LAM des ICON-WAVES ist speziell für hochaufgelöste Simulationen im gekoppelten Modus konzipiert. Im LAM werden sowohl ICON-A als auch das ICON-WAVES mit begrenzter Gebietskonfiguration betrieben, wobei der Datenaustausch zwischen beiden Modellen in festgelegten Intervallen über die YAC-Kopplungsbibliothek erfolgt. Für gewöhnlich beträgt das Kopplungsintervall wenige Minuten und kann über die entsprechende Kopplungs-„Namelist“ angepasst werden. Das gekoppelte System hat eine bidirektionale Kopplung: Atmosphärische Antriebsdaten werden an das Wellenmodell übergeben, während die Rauigkeitslänge vom Wellenmodell zurück ans Atmosphärenmodell übertragen wird. Der kontinuierliche Datenfluss zwischen den Modellen ermöglicht eine genauere Simulation der Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Seegang und bildet deren Dynamik realitätsnah ab. **Abbildung 4** zeigt eine solche LAM Seegangsvorhersage für den Nordatlantik. In **Abbildung 5** werden LAM Vorhersagen mit denen des globalen Modells für den Monat November 2024 verglichen, um sicherzustellen, dass Anfangs- und Randbedingungen des LAM korrekt gesetzt werden. Die größten festgestellten Abweichungen liegen im Bereich von einigen Zentimetern. Eine Darstellung der summierten von verifizierten SWH Daten erhaltenen in der DACE2/BACY-basierten DA-Implementierung assimilierten Energiedichte-Inkrementen zur Erstellung der „Analyse“ aus dem „First-Guess“ zeigt **Abbildung 6**. Die Abbildung beschreibt, wo örtlich die DA besonders greift.

MILITÄRISCHE ANWENDUNGEN

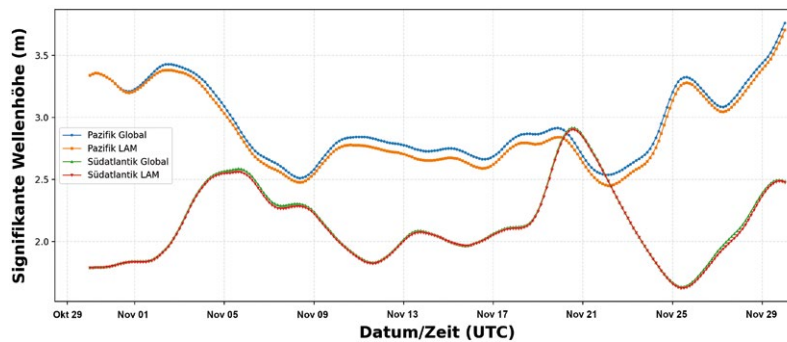
Moderne Seegangsimplementierungen (wie WAM, SWAN und die ICON-WAVES Implementierung) und darauf basierende Vorhersagen sind für militärische Operationen auf See unverzichtbar, da sie Entscheidungsträgern zuverlässige Informationen über den Seegang liefern, um viele bestehende Herausforderungen besser meistern zu können. Genaue Vorhersagen des Seegangs sind im militärischen Bereich u. a. entscheidend für die Planung von Flottenmanövern, amphibischen Landungen, Minenlegung (Driftwege), U-Boot-Bekämpfung und zur Bestimmung von Schiffsrouten, um gefährliche Bedingungen zu vermeiden und Transitzeiten zu optimieren. Dabei sind Aspekte der Modellskalierbarkeit, Modellvalidierung und der Modellintegration in Erdsystemmodelle zur verbesserten Vorhersagequalität für komplexe militärische Szenarien von sehr großer Bedeutung. Neben der allgemeinen Verbesserung der maritimen Betriebssicherheit durch solide Seegangsvorhersagen erfordern auch viele Waffen- und Sensorsysteme (z. B. Radar, Sonar, Raketenabschüsse, Unterwasserfahrzeuge) genaue Kenntnisse der lokalen Wellenbedingungen, um optimal zu funktionieren. Auch bei Such- und Rettungsmaßnahmen auf See sind sie unverzichtbar. So dienen sie z. B. dazu zeitliche Rettungsfenster und Sicherheitszonen für Luft- und Oberflächenrettungen zu bestimmen. Es bestehen hohe Anforderungen an Seegangsimplementierungen beim militärischen Einsatz, so ist z. B. bei der Assimilation die Qualität der Eingabedaten von hoher Relevanz. Die Zuverlässigkeit von Vorhersagen hängt stark von genauen Wind-Eingabedaten und -Vorhersagen ab, die in abgelegenen Regionen oder Kriegsgebieten möglicherweise nur begrenzt verfügbar sind. Operationen in gewissen Seegebieten, z. B. an Küsten, erfordern auch eine hohe räumliche Auflösung, was aufgrund der operativen Geschwindigkeit und der nahezu Echtzeitanforderungen eine Herausforderung für die Rechenleistung und Datenübertragung darstellt. In diesen Gebieten sind auch komplexe Wechselwirkungen mit Gezeiten und Strömungen, Wellenbrechung und lokaler Topografie anspruchsvoller. Dabei ist in militärischen Umgebungen zudem die Datensicherheit von hoher Wichtigkeit.



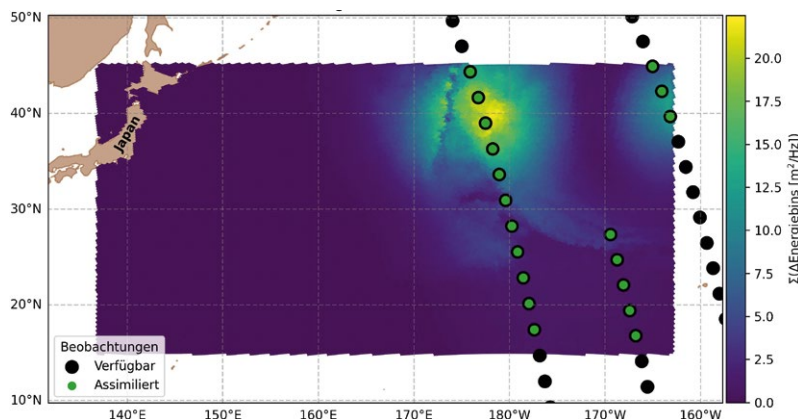
◀ **Abb. 3:** Vergleich der ICON-WAVES Seegangsvorhersage mit der zurzeit operationellen WAM Vorhersage (DWD) und zur Evaluierung erhobenen Bojen-Daten. Der Korrelationskoeffizient sowie die Wurzel der Mittleren Quadratischen Abweichung (RMSE) der Vorhersagen zu den Daten sind ebenfalls angegeben. Statistisch übertrifft hier ICON-WAVES die operationelle Anwendung. (Quelle: M. DOBRYNIN (DWD))



◁ **Abb. 4:** ICON-WAVES Vorhersage der SWH für den Nordatlantik in Abhängigkeit von Längen- und Breitengrad im LAM. Die durch den durchschnittlichen Abstand des gezeigten dreieckigen ICON R02B07-Gitters gegebene Auflösung beträgt circa 20 km. (Quelle: A. NADEEM & C. ROSELL (DWD))



◁ **Abb. 5:** Vergleich der über 24-Stunden-gemittelten Zeitreihen der SWH Vorhersage für November 2024 des LAM (R02B07 – 20 km) und des globalen ICON-WAVES (R02B06 – 40 km) für Regionen im Pazifik und Südatlantik. (Quelle: A. NADEEM (DWD))



◁ **Abb. 6:** Beispiel für die aus SWH Satelliten-Daten berechneten und ortsabhängig summierten DA-Energiedichte-Inkremente des Seegangsspektrums (Abb. 1). (Quelle: C. ROSELL (DWD))

Diese kann die Verfügbarkeit von ozeanografischen „Echtzeitdaten“ für die Assimilation einschränken und so die Genauigkeit verringern.

AUSBLICK

Moderne Seegangmodelle sind heute unverzichtbare Werkzeuge für militärische Marineoperationen und bieten fortschrittliche Funktionen für die taktische Planung und Entscheidungsunterstützung. Das für den operationellen Einsatz entwickelte ICON-WAVES Modell kann dafür die Grundlage bieten. Das

ICON-WAVES-Projekt stellt einen Sprung nach vorne gegenüber gebräuchlichen Wellenmodellen der dritten Generation dar, indem es die Wellenphysik in einen vollständig gekoppelten Erdsystemrahmen einbettet und skalierbare hochauflösende Vorhersagen mit verbesserter physikalischer Darstellung und dynamischen Kopplungsfähigkeiten liefert, die sowohl für globale als auch für regionale operative Anforderungen geeignet sind. Insbesondere der häufige und flexible Austausch dynamischer Variablen zwischen Modellkomponenten ermöglicht eine Verbesserung der Reaktionsfähigkeit auf sich ändernde Wetterbedingungen.

Die nächste Projektphase fokussiert sich auf die Konsolidierung und Weiterentwicklung des gekoppelten Seegangs- und Atmosphärenvorhersagesystems hin zu einem voll integrierten, probabilistischen Ansatz. Nach der erfolgreichen Evaluierung soll die Etablierung eines Testbetriebs des deterministischen, Zwei-Wege-gekoppelten ICON-WAVES-Systems auf dem DMRZ (Deutsches Meteorologisches Rechen-Zentrum), begleitet von Vergleichsstudien mit bestehenden ungekoppelten Systemen und Referenzdaten des EZMW erfolgen. Darauf aufbauend soll dann ein Ensemble-Vorhersagesystem für den Seegang konzipiert und implementiert werden, das Unsicherheiten durch Ensemble-Atmosphärenantriebe und Störungen der Anfangszustände explizit erfassen und mittels probabilistischer Verifikationsmaße bewerten soll.

Im weiteren Verlauf ist geplant ein Ensemble-DA-Verfahren auf Basis des LETKF (Lokaler Ensemble-Transformations-Kalman-Filter) zu entwickeln und auf seine Vorhersagegüte gegenüber der deterministischen Assimilation zu prüfen. Den Abschluss soll danach die Entwicklung einer stark-gekoppelten DA bilden, in der Wellenbeobachtungen auch zur Verbesserung der atmosphärischen Windfelder genutzt werden können. Durch systematische Tests, Bias-Analysen und Verifikationen soll so der Grundstein für ein operationell einsetzbares, integratives Vorhersagesystem gelegt werden, das physikalische Kopplung und Unsicherheitsquantifizierung in einem modernen Ensemble-Rahmen für die Seegangsvorhersage vereinen soll.

Wir danken Dr. Daniel Reinert (DWD) für hilfreiche Anmerkungen.

LITERATURVERZEICHNIS

- BOOIJ, N.; RIS, R. C.; HOLTHUIJSEN, L. H. (1999): A third-generation wave model for coastal regions, Part I, Model description and validation. In: J. Geophys. Res. C4, 104, 7649-7666.
- GUENTHER, H.; HASSELMANN, S.; JANSSEN, P. A. E. M. (1992): The WAM model cycle 4. In: Hamburg (DE): DKRZ-TR-4 (rev.ed.), 109 p.
- JANSSEN, P. A. E. M. (2004): The Interaction of Ocean Waves and Wind. Cambridge (UK): University Press.
- KOMEN, G. J.; CAVALERI, M.; DONELAN, M.; HASSELMANN, K.; HASSELMANN, S.; JANSSEN, P. A. E. M. (1994): Dynamics and Modelling of Ocean Waves, Cambridge (UK): University Press.
- PAUL, U.; GUNKEL, T. (2021): 45 Jahre Seegangsmodellvorhersagen im Geoinformationsdienst der Bundeswehr für die Deutsche Marine im Einsatz, Euskirchen (DE): Schriftenreihe – Geoinformationsdienst der Bundeswehr.
- RIS, R. C.; HOLTHUIJSEN, L. H.; BOOIJ, N. (1994): A spectral model for waves in the near shore zone. In: Proc. 24th Int. Conf. Coastal Engng, Kobe. Oct. 1994, Japan, pp. 68-78.
- SWAMP GRUPPE (1985): Ocean Wave Modeling. New York (US): Plenum Press, ISBN 0-306-41685-9.
- WAMDI GRUPPE: HASSELMANN, S.; HASSELMANN, K.; BAUER, E.; JANSSEN, P. A. E. M.; KOMEN, G. J.; BERTOTTI, L.; LIONELLO, P.; GUILLAUME, A.; CARDONE, V. C.; GREENWOOD, J. A.; REISTAD, M.; ZAMBRESKY, L.; EWING, J. A. (1988): The WAM model – a third generation ocean wave prediction model. In: J. Phys. Oceanogr. 18, 1775-1810.

ABKÜRZUNGEN

BACY	Basic Cycling Environment
DA	Datenassimilation
DACE	Data Assimilation Coding Environment
DWD	Deutscher Wetterdienst
ESM	Erdsystemmodell
EZMW	Europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage
ICON	ICOsahedral Nonhydrostatic
ICON-A	ICON Atmosphäre
ICON-O	ICON Ozean
LAM	Limited-Area-Modus
ML	Maschinelles Lernen
SWH	Signifikante Wellenhöhe
WAM	Wave Model
WAMDI	Wave Modelling Development
YAC	Yet Another Coupler – Koppler zwischen ICON-Komponenten

TOFFZ-LEERFASSUNG UND AUSWERTUNG VON 3D-DATEN IN DER DENKMALPFLEGE

LEUTNANT KRISTINA RASSAU

EINLEITUNG IN DIE THEMATIK

„Denkmalschutz ist unser Dank an die Vergangenheit, die Freude an der Gegenwart und unser Geschenk an die Zukunft.“ – Gottfried Kiesow (WAGNER 2020)

Diese Worte bringen auf den Punkt, was Denkmalschutz bedeutet. Einerseits die Wertschätzung der Geschichte, das bewusste Wahrnehmen und Erleben dieser im Jetzt und die Verantwortung für nachfolgende Generationen. Dennoch stellt sich die Frage, wie kann Denkmalpflege und Denkmalschutz schonend und effizient gewährleistet werden? An dieser Stelle kommt die Vermessung ins Spiel. Sie liefert die Grundlagen für Bestandsaufnahmen, Schadenskartierungen, Sanierungsplanungen und digitale Archivierungen. Insbesondere die geometrische exakte Dokumentation ist unerlässlich für jedes denkmalpflegerische Vorgehen (KAPPAS & STOBBE 2025). Die klassische terrestrische Vermessung wird dabei durch neuere Technologien, wie den Einsatz von unbemannten Luftfahrtsystemen, bspw. Drohnen, unterstützt. Diese ermöglichen die berührungslose Erfassung von Objekten aus der Luft und liefern hochauflösende Fotos oder Punktwolken aus denen 3D-Modelle generiert werden können. Gerade bei komplexen Dachstrukturen, schwer zugänglichen Fassaden oder Ruinen können diese Geräte ohne zusätzliche Hilfe gute Ergebnisse liefern. Des Weiteren wird die körperliche Unversehrtheit des Vermessungspersonals im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, geschützt. Auch Zeit, Kosten und Personalressourcen können durch Drohnenbenutzung reduziert werden, was bei zeitkritischen Projekten von Vorteil ist (FRANZECK 2025). Trotz des wachsenden Potenzials sind Drohnen im Bereich der Denkmalpflege und Vermessung noch kaum präsent. Dabei spielen rechtliche Hürden wie Flugzonen und Datenschutz, aber auch spezielle Ausbildungen eine Rolle und erschweren in vielen Fällen den praktischen Einsatz (BRANDT 2018). Dieser Artikel, basierend auf einer Bachelorarbeit, geht daher der Frage nach, welche Rolle die Vermessung im Denkmalschutz einnehmen kann, inwieweit die Kombination verschiedener Aufnahmeverfahren sinnvoll ist und wie der Einsatz von Drohnen die Produktqualität beeinflussen kann. Ziel ist es, mit Hilfe eines Praxisbeispiels die Potenziale zu erkennen und die Herausforderungen zu beschreiben. Die vollständige Arbeit befindet sich in der Fachinformationsstelle in Euskirchen.

SWISTER TURM

Der Swister Turm liegt in der Bundesrepublik Deutschland, genauer gesagt in der Stadt Weilerswist (HEIN 2019). Das Denkmal „Swister Turm“ teilt sich in drei Denkmalunterkategorien auf, wobei das Baudenkmal, der Swister Turm, in der Bachelorarbeit im Fokus steht (SWISTER-TURM E. V. 2025). Im Folgenden die Entstehungsgeschichte des Swister Turmes (siehe [Abb. 1](#)). Einige Fundamentüberreste geben Indizien darauf, dass die Wallfahrtskirche, das Ursprungsgebäude des Swister Turms, zwischen 1100 und 1125 im ehemaligen Ort Swist erbaut wurde. Die erste urkundliche Erwähnung wird auf den 19. August 1223 datiert, welche dem heiligen Gereon gewidmet wurde. Vor allem im 16. und 17. Jahrhundert, als die Wallfahrt in der Blütezeit war, wurde die Kirche als beliebter Wallfahrtsort besucht. Diese Zeit hielt allerdings nicht lange an und aufgrund der fehlenden Restaurierungen und historischer Entscheidungen, wie der Verstaatlichung des Klosterbesitzes unter Napoleon, musste das Kirchenschiff wegen Baumängeln im Zeitraum 1828-1830 abgerissen werden. Der Turm wurde 1854 instandgesetzt und bekam einen Gebetsraum im Inneren, um die Wallfahrt weiter zu fördern. Zwischen 1976 und 1978 fanden weitere Sanierungen statt und 2002 wurde beschlossen, dass der Swister Turm der Kirchengemeinde St. Mauritius in Weilerswist angehören soll. In den kommenden Jahren und bis heute standen kleinere und größere Sanierungen an (SWISTER-TURM E. V. 2025).



△ **Abb. 1:** Swister Turm (SWISTER-TURM E. V. 2025)

DATENAUFNAHME UND BEREITSTELLUNG DER PUNKTWOLKEN:

Am 12. Februar 2025 und 14. Februar 2025 fanden die Vermessungen mit den Messinstrumenten Trimble Totalstation SX10 und Drohne DJI Matrice V200 statt. Unterstützt wurde das Vorhaben von Kameraden aus dem Dezernat Einsatzvermessung. Für die Punktwolkenaufnahme des Turmes wurde der Laserscanner mittels freier Stationierung orientiert. Insgesamt wurde der Turm mit fünf Standpunkten aufgenommen, wobei im Innendienst, am 13. Februar 2025, auffiel, dass die Punktwolke mit der Szene des Vorraumes Lücken aufwies. Diese wurden mit einem erneuten Scan am 14. Februar 2025 geschlossen. Zusätzlich zu den Scans wurden mittels der Totalstation die Lagekoordinaten der Passpunkte um den Turm für die spätere Georeferenzierung der Drohnenbilder aufgenommen. Für die Photogrammetrie wurden die Bilder aus der Drohnenbefliegung vom 14. Februar 2025 genutzt, da während der Datenaufnahme gleichbleibende Wetterverhältnisse herrschten und keine Überbelichtungen stattfanden im Gegensatz zur ersten Befliegung am 12. Februar 2025. Die Drohnenbefliegung wurde mit vier Flugmissionen auf unterschiedlichen Höhen und Kameraneigungen durchgeführt, wobei für die Berechnung die Daten der Flugmissionen 1 und 3 Verwendung fanden. Die Bilder weisen Nadir-Befliegungen mit Obliquen-Anteilen auf. Nadir bezeichnet die Aufnahmeoption, in der sich die Kamera zum Zeitpunkt der Aufnahme genau unter der Drohne befindet und im 90 Grad-Winkel Daten aufzeichnet. Eine weitere Bezeichnung dafür, ist auch die Senkrechtaufnahme (SCANFLY 2025). Oblique hingegen bezeichnet die Aufnahmeeinstellung, bei der die Kamera geneigt ist, das heißt die Achse der Kamera ist nicht senkrecht. Laut der DIN 18716 dürfen alle Aufnahmen als Schrägaufnahme bezeichnet werden, welche einen Neigungswinkel $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ aufweisen. Dies ermöglicht es dreidimensionale Formen und Strukturen besser zu fotografieren, was bei



△ Abb. 2: Passpunktselektion (Quelle: eigene Aufnahme 2025)

Gebäuden mit Vorsprüngen und aufwendiger Struktur von Vorteil ist (BALDENHOFER 2025).

Die Laserscandaten aus dem SX10 wurden in der Software Trimble Business Center registriert, klassifiziert und bereinigt. Vor allem der letzte Schritt ist wichtig, um eine rauschfreie Punktwolke zu erhalten. Bei der Datenaufnahme werden unerwünschte Bereiche aufgenommen oder mittels Punktrauschen gestört, sodass eine Bereinigung unabdingbar ist. Das Punktrauschen am Swister Turm fand vor allem am Dach statt, da die Dachziegel schwarz und glänzend sind, sodass unerwünschte Streuungen der Laserstrahlen und damit einhergehend Punktentstehungen resultierten. Die Punktwolke aus den Drohnenbildern wurde durch die Zusammenarbeit mit ZGeoBw V Erdbeobachtung/Fernerkundung unter Nutzung der Software ArcGIS Reality for ArcGIS Pro erstellt. Die Bilder wurden zunächst in ein einheitliches Koordinatensystem passend zu den Daten aus dem SX10 eingeladen (hier: ETRS1989 mit UTM 32 N und DHHN2016) und grob vororientiert durch Metadaten. Die erste Ausgleichung zeigt auf, wie viele Bilder nutzbar sind und wie die allgemeinen Modellparameter ausfallen. Um das Ergebnis zu verbessern, werden die sichtbaren Passpunkte auf den Bildern mit den gemessenen Lagekoordinaten verknüpft, um die Genauigkeit zu erhöhen (siehe Abb. 2). Nachdem jeder Passpunkt eine neue Koordinate erhalten hat, kann die eigentliche Ausgleichung beginnen, welche alle Bilder mittels Bündelblockausgleichung zueinander orientiert. Nach Fertigstellung des Prozesses können nun mehrere Produkte exportiert werden, wie zum Beispiel ein Oberflächenmodell, True Ortho, Digital Surface Model-Mesh, 3D-Mesh oder eine Punktwolke. Für die Bachelorarbeit wurde sich für letzteres entschieden, da die anderen Produkte keine Verwendung hatten. Diese Punktwolke wurde mit der Punktwolke aus dem SX10 verknüpft, wobei trotz der Nutzung eines einheitlichen Koordinatensystems ein Höhenunterschied von 50 cm auffiel. Nach Rücksprache mit den Dozenten der Berliner Hochschule für Technik, liegt die Begründung des Höhenunterschiedes darin, dass nur Bodenpasspunkte verwendet wurden und keiner im oberen Drittel des Turmes oder gar auf dem Dach. Aufgrund der homogenen und schlanken Struktur des Turmes wurde die Höhe bei der Bündelblockausgleichung unterschätzt und die Punktwolke fiel kleiner aus. Ein weiterer Referenzwert wäre hilfreich gewesen. Um das Problem zu umgehen, wurde nur das Dach aus der Drohnenpunktwolke mit der Punktwolke aus dem SX10 verknüpft, da speziell auf dem Dach Punktinformationen fehlten. Das Gelände um den Swister Turm weist auf der rechten Seite einen Abhang auf, sodass eine geeignete Stationierung des Laserscanners nicht möglich war und somit der Winkel der Kamera des Scanners zu steil und ein Teil des Daches infolgedessen nicht aufgenommen wurde.

Diese Lücke konnte mittels der Drohnenbefliegung geschlossen werden. Die neue Punktwolke aus den beiden einzelnen Aufnahmeverfahren wurde ebenfalls für eine nachfolgende Mesh-Berechnung klassifiziert und bereinigt. Die einzelnen Punktwolken sind in **Abbildung 3** erkennbar.



△ **Abb. 3:** Punktwolken (v. l. n. r.) aus SX10, Photogrammetrie und verknüpft (Quelle: eigene Aufnahme 2025)

3D-DRUCK DES TURMES:

Um einen 3D-Druck zu ermöglichen, muss ein wasserdichtes Modell berechnet werden, wofür es mehrere Softwaretools gibt. Zunächst wurde sich für Cyclone 3DR entschieden. Die Punktwolke wurde mittels verschiedener Parameter vermascht, häufig durchgeführt mit der Methode der Dreiecksvermaschung. Dreiecksvermaschung bedeutet, dass drei benachbarte gemessene Punkte aus der Punktwolke ein Dreieck bilden, wobei in deren Nähe kein weiterer Punkt liegen darf. Die Gesamtheit der Dreiecke bildet ein Netz. Die



◁ **Abb. 4:** Passpunktselektion (Quelle: eigene Aufnahme 2025)

▽ **Abb. 5:** Wasserdichtes Mesh (Quelle: eigene Aufnahme 2025)



Dreiecksvermaschung basiert auf der Delaunay-Triangulation (MAUS o. J.). Dabei kam es zu Fehlinterpretationen, sodass abwechselnd die Schritte Bereinigen, Glätten und Löcher füllen des Modells stattfanden. Die Funktion „Löcher füllen“ hatte den Nachteil, dass nur eine zweite Schicht über das Loch gelegt wurde. Diese zwei verschiedenen Schichten (siehe **Abb. 4**) wurden im Slicer als störend markiert. Beim Slicer handelt es sich um eine Software, welche ein digitales Modell in einzelne Schichten zerlegt und für den 3D-Druck vorbereitet (PRUSA RESEAACH 2025). Aus diesem Grund wurde eine andere Software namens Rhino 8 Educational verwendet. Diese erstellte das Mesh, indem eine Art zweite Haut über die Punktwolke gelegt wurde, welche die exakte Form übernahm. Diese Haut kann separat von der Punktwolke getrennt, in ein Mesh und in ein druckfähiges Format umgewandelt werden (**Abb. 5**). Dieser Vorgang wird als „Shrink Wrap“ betitelt (ROBERT MC NEEL & ASSOCIATES 2025). Basierend auf dem digitalen Modell konnte mit einem Filamentdrucker eine originalgetreue Abbildung des Swister Turmes im Maßstab gerundet 1:90 [cm] gedruckt werden. Ein Exemplar steht in der Fachinformationsstelle in Euskirchen und lässt sich auch in **Abbildung 6** begutachten.



△ **Abb. 6:** 3D-Druck (Quelle: ZGeoBw/Hartmann)

ERGEBNISSE:

Je nach Gelände, Vegetation und Genauigkeitsanforderung muss abgewogen werden, ob ein Drohneneinsatz notwendig ist. Obwohl zweieinhalb Dachseiten durch die SX10-Punktwolke ohne Fehlinformationen dargestellt werden konnten, war in diesem Fall eine drohnenunterstützte Vermessung wegen des abschüssigen Geländes dennoch sinnvoll. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die ursprünglich geplanten Methoden und Arten im praktischen Anwendungsfall nicht eingehalten werden konnten. Das erste Problem stellte die Registrierung der beiden Punktwolken dar, welche aufgrund der Passpunktwahl erschwert wurde. Hierbei wurde eine Alternativlösung angewendet, bei der nur ein Teilbereich der Drohnenpunktwolke genutzt wurde. Da die Punktwolke aus dem SX10 so detailliert war, konnte auf die anderen Informationen aus der Drohnenpunktwolke verzichtet werden, was in anderen Beispielen nicht immer der Fall sein muss. Auch zeigte die Mesh-Erstellung in Cyclone 3DR eine Problematik auf, indem das erstellte Mesh durch die einzelnen Bearbeitungsschritte nicht für einen 3D-Druck geeignet war. Hier musste ebenfalls eine Alternativlösung in Form einer neuen Software gefunden werden, welche eine andere Art von Vermaschung nutzt. Die Wendungen in der Arbeit zeigen dennoch auf, wie vielseitige Alternativwege und Lösungen für eine gewünschte Produktdarbietung in der Vermessung gefunden werden können. Die Auswahl an Software in dem Bereich ist vielfältig und bietet je nach Anwendungsfall einen geeigneten Rechenprozess und Algorithmus.

Des Weiteren soll auch der 3D-Druck näher betrachtet werden. Allgemein muss festgehalten werden, dass, obwohl der G-Code, von dem der Drucker seine Informationen abgreift, für alle Modelle gleich war, Unterschiede bzw. Makel auftraten. Beim Aufschmelzen und Legen des Filaments können immer Fehler auftreten. Diese Makel können kleine Löcher im Dach oder leichte Verwischungen des Filaments sein. Auch trat zweimal der Fall auf, dass der Drucker den G-Code falsch interpretierte, was zu einer Verschiebung des Daches führte (siehe **Abb. 7**). Das größte und aufwendigste Problem beim Drucken war der filigrane Wetterhahn, der beim Druck über mehrere Stützen gehalten werden musste. Dies hatte zur Folge, dass beim Entfernen der Stützen der Wetterhahn samt Kreuz abbrach. Dieser musste bei jedem Modell einzeln mittels Sekundenkleber aufgeklebt werden. Nichtsdestotrotz wurden sehr viele Details gut dargestellt, wie die Regenrinne an der Seite des Gebäudes, aber auch die Strukturen an der Fassade und am Dach. Des Weiteren wurden die Dachbalken unter dem Vordach gedruckt, was eine Bestätigung für den erneuten Scan am Freitag, den 14. Februar 2025, ist. Die charakteristische abgebrochene Ecke am Turm hinten rechts wurde ebenfalls gedruckt. Im Großen und Ganzen zeigt der Druck eine sehr gute Darstellung des Originals mit allen wichtigen Merkmalen.



△ **Abb. 7:** Druckfehler (Quelle: eigene Aufnahme 2025)

LITERATURVERZEICHNIS

- BALDENHOFER, K. (2025): Passpunkt (GCP). <https://www.fe-lexikon.info/lexikon/passpunkte> [Stand: 20.5.2025].
- BRANDT, C. (2018): Unbemannte Luftfahrssysteme in Deutschland – rechtlich gesehen. In: DVW e.V (Hrsg.): UAV 2018 – Vermessung mit unbemannten Flugsystemen. DVW – Schriftenreihe, Band 89, Augsburg, 2018, S. 23-30.
- FRANZECK, S. (2025): Wir vermessen Ihre Gleisanlagen, Dächer, Freiflächen. <https://www.drohnenexpertise.de/vermessung> [Stand: 23.6.2025].
- HEIN, A. (2019): Swister Turm – Kirchenruine in Weilerswist. <https://www.alleburgen.de/bd.php?id=33237> [Stand: 13.5.2025].
- KAPPAS, J. & STOBBE, A. (2025): Vermessungstechnik im Denkmalschutz: Präzise Erfassung und Erhalt unseres kulturellen Erbes! <https://ks3d.de/fallbeispiel/denkmalschutz> [Stand: 15.5.2025].
- MAUS, A. (o. J.): Dreiecksvermaschung. <https://ypbind.de/maus/ssp/maus/node6.html> [Stand: 18.6.2025].
- Müller, R. (2025): Was ist Denkmalschutz und warum gibt es ihn? <https://denkmalconsultants.de/was-ist-denkmalschutz-und-warum-gibt-es-ihn/> [Stand: 10.5.2025].

PRUSA RESEARCH (2025): Erster Druck mit PrusaSlicer. https://help.prusa3d.com/de/article/erster-druck-mit-prusaslicer_1753 [Stand: 5.6.2025].

ROBERT MC NEEL & ASSOCIATES (2025): ShrinkWrap. www.rhino3d.com/en/features/shrinkwrap/ [Stand: 25.6.2025].

SCANIFLY (2025): Was ist der Unterschied zwischen NADIR Images und Oblique Images. <https://support.scanify.com/v4/docs/oblique-vs-nadir-images> [Stand: 21.5.2025].

SWISTER-TURM E. V. (2025): Der Swister Turm. <https://www.swister-turm.de/swister-turm/> [Stand: 13.5.2025].

WAGNER, J. (2020): Wenn die Hausrenovierung zur Lebensaufgabe wird. https://ga.de/region/sieg-und-rhein/wie-besitzer-von-baudenk-maelern-diese-lebensaufgabe-meistern_aid-51796409 [Stand: 18.6.2025].

NUTZUNG VON OPEN DATA ALS QUELL-VEKTORDATEN UND BEREITSTELLUNG ALS „ERGÄNZENDE GEOINFORMATION“

TECHNISCHER OBERREGIERUNGSRAT WEERT WEERS, HAUPTMANN TOBIAS KOCH, OBERSTABSFELDWEBEL MARCUS KÜSTERS

In der heutigen Zeit stehen große Mengen an Informationen im Internet frei zugänglich und mit einer freien Lizenz versehen zur Verfügung. Ziel sollte es daher sein, Wertschöpfung durch die (innovative) Weiternutzung dieser offenen Daten zu ermöglichen. Häufig spricht man in diesem Zusammenhang von „Datenschätzen“ als digitalem Rohstoff. OSM- (OpenStreetMap) Daten sind ein „Datenschatz“ aus dem Fundus der Open Data, dem gerade aus Sicht der Geodatenverarbeitung eine besondere Bedeutung zukommt. Dieser Datenbestand ist weltweit flächendeckend verfügbar, wobei die Homogenität und Vollständigkeit der Daten, je nach geographischem Raum und Nutzerinteresse, unterschiedlich ist. Ein großer Vorteil von OSM-Daten ist die hohe Aktualität der Daten im Vergleich zu anderen, dem GeoInfoDBw verfügbaren, Datenquellen.

In diesem Beitrag wird ein Überblick gegeben, welche Maßnahmen zur Nutzung von Open Data, insbesondere der OSM-Daten als Quell-Vektordaten, für die GeoInfo-Datengewinnung umgesetzt wurden, welche Maßnahmen zur Qualitätssicherung genutzt werden und wie die Bereitstellung der Daten, insbesondere als „Ergänzende Geoinformationen“, erfolgt.

AUFTRAG:

Die GeoInfo-Datengewinnung orientiert sich an strategischen Vorgaben und der Ausrichtung der Verteidigungs- und Sicherheitspolitik der Bundesrepublik Deutschland

und beinhaltet damit die Fokussierung auf die Landes- und Bündnisverteidigung (LV/BV). Weitere Einflussgrößen ergeben sich u. a. aus Produktionsplänen, Forderungen von Bedarfsträgern und Verpflichtungen aus Kooperationsprogrammen. Eine hohe Erwartungshaltung besteht von allen Bedarfsträgern hinsichtlich der Aktualität der GeoInfo-Daten. Da sowohl die personellen als auch die materiellen und finanziellen Ressourcen für die Datengewinnung und Aktualisierung begrenzt sind, soll das Potential frei verfügbarer Geoinformationen betrachtet werden. Hierzu wurde folgender Auftrag formuliert:

„Verstärkte Nutzung von OSM-Daten als Quell-Vektordaten, dabei Einführung von Verfahren zur Qualitätssicherung von OSM-Daten.“¹

Zudem soll regelmäßig geprüft werden, welche weiteren frei verfügbaren Geoinformationen zur Unterstützung geeignet sind. Wichtige Maßnahmen sind die Einführung von Tools und Verfahren zur Qualitätskontrolle sowie der Aufbau von Kompetenzen zur Bewertung von OSM-Daten und anderen frei verfügbaren Geoinformationen.

WAS SIND OPEN DATA?

Open Data (deutsch: offene Daten) sind Daten, die von jedermann zu jedem Zweck genutzt, weiterverbreitet und weiterverwendet werden dürfen. Sie sind frei zugänglich und unterliegen offenen, diskriminierungsfreien Lizenzen, sodass sie ohne rechtliche, technische oder sonstige Einschränkungen genutzt werden können. Einschränkungen sind nur zulässig, um die Ursprungsangabe oder die Offenheit des Wissens zu sichern, etwa durch die Pflicht zur Nennung des Urhebers oder eine Share-alike-

¹ gem. LtrGeoInfoDBw zu „Künftige Ausrichtung GeoInfoDBw/GeoInfoWBw (2020-2030)“

Klausel². Offene Daten dürfen keine personenbezogenen oder dem Datenschutz unterliegenden Daten enthalten.

WAS IST OPENSTREETMAP?

OpenStreetMap ist ein internationales Gemeinschaftsprojekt, das eine frei nutzbare, offene Weltkarte mit Geodaten erstellt und pflegt. Die gezielt offene Struktur ermöglicht es jedem, die Daten kostenlos zu verwenden, zu bearbeiten, zu kopieren und weiterzuverbreiten – auch kommerziell. Ziel des Projekts ist es, eine offene Alternative zu proprietären Kartendiensten zu bieten und die Nutzung, Weiterentwicklung und Verbreitung freier Geodaten zu fördern. OpenStreetMap ist damit eine der größten und bekanntesten Alternativen zu kommerziellen Kartendiensten wie Google Maps. OpenStreetMap unterscheidet sich in wichtigen Aspekten von kommerziellen Kartendiensten wie Google Maps:

- **Datenquelle und Pflege**
Das Projekt OSM – oftmals auch bezeichnet als Volunteered Geographic Information (VGI)³ – wird von einer großen internationalen Community von Freiwilligen weltweit getragen, die mithilfe von GPS-Geräten, Luftbildern, offiziellen Quellen und lokalem Wissen überwiegend topo-/geographische Sachverhalte erfassen und in einer gemeinsamen Datenbank⁴ pflegen. Hoheitliche und kommerzielle Anbieter wie Google Maps setzen auf professionelle Kartografen und eigene Datenerhebungsmethoden, wobei Nutzungsbeiträge eine geringere Rolle spielen.
- **Lizenz und Nutzung**
Die Geodaten von OSM sind frei verfügbar und stehen unter der Open Database License (ODbL). Bei Google Maps sind die Daten proprietär, die Nutzung ist an strenge Lizenzbedingungen gebunden und nicht frei verfügbar.
- **Flexibilität und Anpassung**
OSM stellt die „rohen“ Geodaten zur Verfügung, sodass Nutzende eigene Kartendarstellungen, Routing-Algorithmen oder Anwendungen entwickeln können und müssen. Google Maps bietet die fertigen Karten und Dienste einschließlich integrierter Navigations- und Kartendienstleistung an, die nicht individuell angepasst werden können.
- **Datenschutz**
OSM sammelt keine Nutzungsdaten und ist daher besonders datenschutzfreundlich. Google Maps erhebt dagegen umfangreiche Nutzungsdaten, was datenschutzrechtliche Bedenken aufwerfen kann.

• Aktualität und Detailgrad

Die Aktualität und der Detailgrad von OSM-Daten variieren weltweit erheblich. In europäischen Großstädten, den USA, Teilen Ostasiens und Australien ist die Datenlage meist sehr gut und oft mit kommerziellen Anbietern vergleichbar oder sogar überlegen. In ländlichen Regionen, Teilen Afrikas, Lateinamerikas oder Südostasiens zeigt OSM aber noch große Lücken hinsichtlich Aktualität und Details. In bestimmten Regionen können OSM-Daten aktueller und detaillierter sein, da lokale Nutzende schnell Änderungen einpflegen können. Kommerzielle Karten sind in der Regel global konsistent, aber in manchen Bereichen weniger detailliert oder seltener aktualisiert.

Das OSM-Projekt ist eine Initiative für offene und frei verfügbare Geodaten, die der Community gehören. OSM-Erfassende legen großen Wert auf die Einhaltung der Vorgaben für die Datenerfassung, reagieren unmittelbar auf Unzulänglichkeiten in der Erfassung wie auch der Nutzung unzulässiger Quellen. Vandalismus geschieht relativ selten bzw. wird schnell entdeckt und beseitigt.

QUALITÄT VON OSM-DATEN

Für die Aktualität und Genauigkeit von OSM-Daten sind lokale Nutzende/Datenerfassende von großer Bedeutung.

- a. Jeder registrierte Nutzende kann Änderungen wie z. B. neue Straßen, Gebäude, Geschäfte oder andere relevante Objekte schnell und direkt in die Karte eintragen.
- b. Viele Details – wie etwa die genaue Lage von Geschäften, Briefkästen, Kirchen, Hausnummern oder die Eigenschaften von Wegen – lassen sich oft nicht oder nur unzureichend aus Luftbildern oder GPS-Tracks ableiten.
- c. Auch kleinere Fehler, wie fehlende Straßenverbindungen oder falsche Tags, werden von aktiven Community-Mitgliedern schneller erkannt und korrigiert. Dies führt dazu, dass OSM-Daten in Regionen mit aktiver Community besonders detailliert und zuverlässig sind. Zusätzlich ermöglicht die dezentrale Struktur von OSM, dass jede Person ohne große Hürden Änderungen einbringen kann.
- d. Durch dieses Prinzip der dezentralen und kollaborativen Bearbeitung werden Veränderungen meist unmittelbar erfasst und eingepflegt, sobald sie bekannt werden.

² Share-Alike-Klausel = „Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ – Lizenzbedingung, die besagt, dass abgeleitete Werke oder Bearbeitungen eines lizenzierten Inhalts nur unter derselben oder einer kompatiblen Lizenz weitergegeben werden dürfen.

³ Volunteered Geographic Information (englisch; abgekürzt **VGI**) bezeichnen die Gesamtheit der raumbezogenen Informationen, die von Laien freiwillig erhoben, organisiert und anschließend für die Öffentlichkeit bereitgestellt werden.

⁴ Die **Datenbank** wird technisch und organisatorisch von der OpenStreetMap Foundation betreut, einer Non-Profit-Organisation, die die Infrastruktur aufrechterhält und von Spenden finanziert wird.

▽ **Tab. 1:** Fehlerquellen für OSM-Daten (Quelle: ZGeoBw/Weers)

Fehlerquelle	Beschreibung	Beispiel / Quelle
Tippfehler bei Tags	Nutzer geben Tags mit Schreibfehlern oder in nicht standardisierter Form ein.	building=houes statt building=house [1.]
Falsche Interpretation von Luftbildern	Nutzer deuten Luftbilder falsch und setzen Objekte an die falsche Stelle oder mit falschen Attributen.	Straße wird verschoben oder als falscher Straßentyp eingetragen [2.]
Unkenntnis von OSM-Konventionen	Nutzer wenden Tagging-Regeln uneinheitlich oder falsch an.	Adressdaten werden als Freitext statt mit addr:*-Tags angegeben [1.]
Doppelte oder überlappende Objekte	Durch Unwissenheit werden Objekte mehrfach oder überlappend eingetragen.	Zwei Gebäude an derselben Stelle oder sich überschneidende Flächen [3.]
Ungültige Geometrien	Fehlerhafte Geometrie durch ungenaue Platzierung, fehlende Verbindungspunkte oder Selbstüberschneidungen.	Ein Polygon schneidet sich selbst oder ein Weg ist nicht geschlossen, obwohl area=yes gesetzt [2.]
Nicht verbundene Straßen	Straßen oder Wege sind nicht korrekt miteinander verbunden.	Radweg endet ohne Verbindung zur Straße [2.]
Falsche Klassifizierung von Objekten	Nutzer wählen falsche Kategorien oder Tags für Objekte.	highway=primary für eine kleine Nebenstraße [2.]
Verwaiste Knoten	Einzelne Punkte ohne Tags oder Bezug zu Linien/Flächen bleiben übrig.	Ein Punkt ohne Bedeutung nach dem Löschen eines Gebäudes [2.]
Unvollständige oder inkonsistente Adressdaten	Adressinformationen fehlen, sind widersprüchlich oder nur teilweise vorhanden.	addr:street ohne addr:housenumber oder uneinheitliche Schreibweise [1.]

Das lokale Wissen der Nutzenden (Datenerfassende) ist für die Genauigkeit von OSM-Daten sehr wertvoll, kann aber auch Fehler verursachen. Typische Fehler, die durch Nutzende entstehen können, sind in **Tabelle 1** zusammengefasst. Diese Fehlerquellen zeigen, dass das lokale Wissen zwar wertvoll ist, aber durch sorgfältige Pflege, Qualitätssicherung und Validierungstools ergänzt werden muss, um die Datenqualität zu sichern. Absichtliche Verfälschungen der Daten im Rahmen hybrider Kriegsführung werden wie Vandalismus betrachtet und durch Validierungstools bzw. die Community-Mitglieder erkannt und korrigiert.

AMTLICHE DATEN VS. OSM-DATEN

Zusätzlich zu den freien (Open Data) und hoheitlichen Daten gibt es im amtlichen (zivilen und militärischen) Bereich sowie im Rahmen internationaler Kooperationsprojekte weitere verfügbare Datenbestände.

1. ATKIS®-Basis-DLM

Mit dem ATKIS®-Basis-DLM⁵ wird das Landschaftsmodell mit den meisten Objekten und Attributen und somit der größten homogenen⁶ Informationsdichte sowie der höchsten Lagegenauigkeit für Deutschland bereitgestellt (angestrebt sind ± 3 m für die

wichtigsten punkt- und linienförmigen Objekte; die übrigen Objekte haben eine Lagegenauigkeit von ± 15 m). Der zugehörige Objektartenkatalog beinhaltet verbindliche Erfassungskriterien, die den Umfang der Objekterfassung bestimmen. Wesentliche Unterschiede zwischen dem ATKIS®-Basis-DLM, OSM und Google Maps sind der **Tabelle 2** zu entnehmen.

2. MGCP und MUVD

Für die Gewinnung von GeoInfo-Daten im Rahmen nationaler Vektordatenerhebung und internationaler Kooperationsprogramme wie z. B. Multinational Geospatial Co-Production Program (MGCP) und Multinational Urban Vector Data (MUVD) gibt es „Technische Referenz Dokumente“, die den Objekt- und Attributumfang, die Geometrien und Erfassungsgenauigkeiten, zugehörige Semantische Informationsmodelle und einheitliche Qualitätsanforderungen spezifizieren.

3. GeoInfo-Produkte vom GeoInfoDBw

Für GeoInfo-Produkte sind die grundlegenden Eigenschaften in einheitlichen Produktspezifikationen festgelegt und mittels Erlass Leiter Geoinformationsdienst der Bundeswehr (LtrGeoInfoDBw) formal in die Bundeswehr eingeführt.

⁵ Das ATKIS®-Basis-DLM (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem – Digitales Basis-Landschaftsmodell) ist ein bundesweit einheitlicher, digitaler und objektstrukturierter Vektordatenbestand.

⁶ Für das ATKIS®-Basis-DLM liegt ein bindender Objektartenkatalog vor, der festlegt, wie ein Objekt der realen Welt mit Objektart, Attributen und Geometrie zu erfassen ist.

▽ **Tab. 2:** Unterschiede⁷ zwischen ATKIS®-Basis-DLM, OSM und Google Maps (Quelle: ZGeoBw/Weers)

Kriterium	ATKIS®-Basis-DLM	OpenStreetMap (OSM)	Google Maps
Erfassungsprinzip	Amtliche Vermessung und Kartierung durch staatliche und vermessungstechnische Behörden; professionelle Datenerhebung/-pflege	Von freiwilliger Community (VGI) weltweit unter Nutzung von GPS-Tracks, Luftbildern und „lokalen Wissen“ erfasst und gepflegt	Eigene professionelle Kartografen, Drohnen und Satelliten; ergänzende Nutzerdaten, geringerer Nutzerbeitrag
Vollständigkeit	Sehr hoch in den amtlichen Datenthemen; basierend auf Standards, vollständig für amtliche Zwecke (flächendeckend für Deutschland)	Variiert regional stark, oft sehr detailliert in urbanen Gebieten, ländliche Gebiete teilweise weniger komplett	Weltweit abgedeckt, Daten vielfach aggregiert, Fokus auf Großstädte, oft unvollständige Details hinsichtlich kleiner Objekte
Positionsgenauigkeit	Hohe Genauigkeit durch amtliche Vermessungen; gesetzlich definierte Genauigkeitspartitionen	In Städten oft sehr gut, teilweise vergleichbar mit amtlichen Daten; ländliche Bereiche können variieren	Grob bis mittel; gut für den allgemeinen Gebrauch, aber nicht amtlich präzise
Aktualität	Regelmäßige Aktualisierung (jährlich bis alle paar Jahre, je nach Thema) durch Vermessungsbehörden	Sehr hohe Aktualität an vielen Orten dank schnellen Community-Updates; weltweit uneinheitlich	Hoch, aber zumeist weniger flexibel und schnell, da Aktualisierungen zentral gesteuert und geprüft werden
Thematische Genauigkeit	Sehr gut bei amtlich definierten Themen, harmonisiert für Planungs- und Verwaltungszwecke	Thematisch heterogen, abhängig von Community-Aktivitäten, teilweise sehr detailliert z. B. zu POIs und Infrastruktur	Thematisch fokussiert auf navigationsrelevante und kommerziell wichtige Daten, einfache Kategorien
Datenstruktur & Modell	Standardisierte, hierarchisch strukturierte Daten nach fachlichen Vorgaben des Vermessungswesens	Offenes OSM-Datenmodell mit Nodes, Ways und Relations; flexibel und erweiterbar mit Tags	Proprietäres Datenmodell, nicht offen zugänglich; aggregiert spezielle Layer für Kartendarstellung und Dienste
Lizenzierung	Amtliche Daten meist urheberrechtlich geschützt, teilweise kostenpflichtig; eingeschränkte Nutzungslizenzen	Open Database License (ODbL, frei nutzbar, Bearbeitung und kommerzielle Nutzung erlaubt unter Quellenangabe)	Proprietär; Nutzung ist kommerziell gebunden und durch enge Lizenzbedingungen geregelt
Verlässlichkeit	Sehr hoch, amtlich geprüft und zertifiziert	Variiert; oft zuverlässig, aber da von Freiwilligen gepflegt, sind Inkonsistenzen möglich	Hoch, kommerzieller Anbieter mit Qualitätssicherung, variiert je nach Region und Datenquelle
Zugänglichkeit	Gemäß gesetzlicher Vorgaben und Verwaltungszwecken; oft kostenpflichtig und mit Nutzungsbeschränkungen verbunden	Frei zugänglich und quelloffen, vielfältige APIs und Formate verfügbar	Eingeschränkt, API-Nutzung kostenpflichtig und Lizenzpflichtig; Kartendaten nicht offen verfügbar

Im Gegensatz zu den vorgenannten amtlichen Daten gibt es für OSM „nur“ eine Liste möglicher Map-Features und Attribute (Tags). Grundsätzlich ist diese Liste für die freiwilligen Mitarbeitenden der Community OSM (Mapper) nicht bindend und kann bei Bedarf von jedem einzelnen Mapper beliebig erweitert werden. Auch für die geometrische Erfassung liegen keine bindenden und damit streng einheitlichen Richtlinien vor. Insgesamt führt dies zu einer heterogenen Erfassung von ähnlichen oder gleichen Objekten und zu einer Vielzahl an Tags.

DAYLIGHT MAP DISTRIBUTION

Die Daylight Map Distribution⁸ wurde ursprünglich von Meta (Facebook) in Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen ins Leben gerufen. Die vollständig offene, globale Kartendaten-Distribution, basierend auf den Daten von OSM, wurde von einem Team aus Community- und professionellen Kartografinnen und Kartografen validiert.

Ziel der Daylight Map Distribution war es, eine kostenfreie, qualitativ hochwertige, aus Sicht der zivilen Nutzenden zuverlässige und nutzerfreundliche Weltkarte bereitzustellen. Dazu wurden u. a. folgende Qualitätskontrollen und Validierungsprozesse implementiert:

- Erkennung und Entfernung von Vandalismus**
Unbeabsichtigte oder beabsichtigte Fehleinträge, die durch die offene Editierbarkeit von OSM entstehen können, wurden durch automatisierte und manuelle Prüfprozesse identifiziert und bereinigt. Durch die Analyse von Bearbeitungsmustern und die Nutzung von Reputationssystemen konnten gezielt Vandalismuseinträge und unbeabsichtigte Fehler identifiziert und entfernt werden.
- Automatisierte Fehlererkennung**
Es wurden automatisierte Checks eingeführt, die typische Fehler wie fehlerhafte Geometrien, fehlende Verbindungen sowie doppelte Objekte, fehlende Tags oder inkonsistente Attributwerte

⁷ Diese Übersicht basiert auf aktuellen Studien und Vergleichen von amtlichen Daten (ATKIS®-Basis-DLM), OpenStreetMap und kommerziellen Kartendiensten, z. B. aus Fachpublikationen und GIS-Analysen in Deutschland (Quellen [13] - [19])

⁸ Die „Daylight Map Distribution“ war eine frei verfügbare, globale Kartendaten-Bereitstellung, die auf OSM Daten basiert und von Community- sowie professionellen Kartografinnen und Kartografen unterstützt wurde.

erkennen. Diese Checks basierten auf bewährten Validierungstools der OSM-Community und zusätzlichen, speziell entwickelten Algorithmen.

- c. *Integration und Validierung externer Datensätze*
Beim Einfügen zusätzlicher offener Datensätze (z. B. Microsoft Building Footprints) wurden diese auf Konsistenz mit den bestehenden OSM-Daten geprüft, um Doppelungen und Konflikte zu vermeiden.
- d. *Erweiterte und manuelle Qualitätsprüfungen*
Daylight integrierte regelmäßig neue Validierungstools und -prozesse, um auch komplexe Fehler und seltene Inkonsistenzen zu erkennen und zu beheben. Dies wurde durch die Zusammenarbeit von Community- und professionellen Kartografen unterstützt. In kritischen Fällen oder bei komplexen Fehlern wurden Änderungen auch manuell von erfahrenen Kartografen überprüft und korrigiert.
- e. *Regelmäßige Updates und Monitoring*
Die Daten wurden regelmäßig aktualisiert und kontinuierlich auf neue Fehler und Inkonsistenzen überwacht, um eine stabile und zuverlässige Kartenbasis zu gewährleisten.

Diese Maßnahmen führten dazu, dass die Daten aus der Quelle „Daylight Map Distribution“ im Verhältnis zu anderen zur Verfügung stehenden Quellen eine besonders hohe und konsistente Datenqualität boten, die über den reinen OSM-Rohdatensatz hinausgeht.

Die Ergebnisse der Datenvalidierung und Qualitätsprüfung, die im Rahmen der Daylight Map Distribution von OSM-Daten durchgeführt wurden, werden, entgegen bisheriger Aussagen, nicht automatisch oder systematisch direkt in die OSM-Datenbank übernommen.

OVERTURE MAPS

Das Projekt Overture Maps der Overture Maps Foundation (OMF) ist ein aktives und offenes Kartenprojekt in stetiger Weiterentwicklung, das von führenden Technologieunternehmen wie Meta (Facebook), Microsoft, Amazon und TomTom gegründet wurde. Overture Maps kombiniert und integriert Daten aus OSM, kommerziellen Kartendiensten und öffentlichen Quellen sowie von städtischen Planungsbüros, wohltätigen Organisationen und weitere offene Geodatensätze von Firmen zu einem umfassenden, offenen Datensatz, der regelmäßig aktualisiert wird. Eine weitere Datenquelle sind zum Beispiel USGS⁹ LiDAR-Daten (verfügbar nur für Teilgebiete der USA) zur Ergänzung von Gebäudehöhen, wenn diese in OSM fehlen. Die Inhalte umfassen POI¹⁰ (Sehenswürdigkeiten, Restaurants, Geschäfte weltweit), Gebäude (Gebäudegrundrisse), Straßennetze (Straßen, Wege,

Fährrouen und andere Transportnetze), Verwaltungsgrenzen, Adressdaten und Basiskarten (Wasserflächen, Landflächen und weitere grundlegende geografische Informationen). Die Daten werden nach einem einheitlichen Schema zusammengeführt und validiert, um eine hohe Qualität und Interoperabilität im zivilen Bereich zu gewährleisten.

Die Daten aus OSM sind für die Overture Maps die Hauptquelle für Verkehrsinfrastrukturdaten, viele Gebäude und administrative Grenzen. Im Zweifelsfall werden von OMF Daten aus OSM gegenüber anderen Datenquellen bevorzugt verwendet, da sie als besonders zuverlässig eingestuft werden.

Folgende Merkmale charakterisieren die Overture Maps:

- a. *Verfügbarkeit:*
Die Datensätze sind öffentlich und unter einer offenen Lizenz (z. B. CDLA Permissive v2.0¹¹) verfügbar. Entwickelnde und Unternehmen können sie frei nutzen und weiterverarbeiten.
- b. *Aktualität:*
Die Daten werden regelmäßig aktualisiert und erweitert. Beispielsweise wurde im April 2025 eine neue Version mit zusätzlichen und aktualisierten Features in den Bereichen Buildings, Divisions, Places und Transportation veröffentlicht.
- c. *Format:*
Die Daten werden in einem einheitlichen, dokumentierten Format bereitgestellt (z. B. GeoParquet), was die Integration und Weiterverarbeitung erleichtert.
- d. *Community und Feedback:*
Die OMF lädt zur aktiven Beteiligung und zum Feedback ein, um die Qualität und den Umfang der Daten kontinuierlich zu verbessern.
- e. *Anwendungsfälle:*
Die Daten werden bereits in Branchen wie Lokalisierung, Versicherung, Kartierung, Automobilindustrie und Ride-Sharing eingesetzt. Es werden weitere Anwendungsfälle erwartet.

Die Validierungsprozesse und Datenpipelines, die für Daylight Map entwickelt wurden, werden auch bei der Erstellung der „Overture Maps“ verwendet. Eine vollständig identische Nutzung der Prozesse findet nicht statt, da Overture Maps eine breitere Datenbasis und neue Kooperationspartner einbindet, aber die grundlegenden Validierungsmethoden und -werkzeuge wurden beibehalten und ausgebaut. Meta setzt also auf bewährte und erprobte Validierungsprozesse, die zunächst für Daylight Map entwickelt wurden und nun als Basis für die Qualitätssicherung bei Overture Maps dienen. Damit werden die Erfahrungen und Technologien aus dem Daylight-Projekt direkt in Overture Maps überführt.

⁹ USGS – United States Geological Survey (Institut der Vereinigten Staaten für die amtliche Kartografie) – LiDAR steht für „Light Detection and Ranging“

¹⁰ POI = Points of Interest

¹¹ Community Data License Agreement – Permissive, Version 2.0 (<https://cdla.dev/permissive-2.0/>)

▽ **Tab. 3:** Gegenüberstellung MBTiles vs. PMTiles vs. Vtpk (Quelle: ZGeoBw/Weers)

Format	MBTiles	PMTiles	vtpk
Beschreibung	SQLite-basierter Container für Vector- oder Raster-Tiles, Standard in vielen GIS-Tools	Einzeldatei-Archiv für Tiles, optimiert für Cloud- und Webdienste, dedupliziert identische Tiles intern	Esri Vector Tile Package, ZIP-basiertes Archiv mit Tiles, Styles und Metadaten
Technologie	SQLite-Datenbank	Eigenes binäres Format	ZIP-Archiv (Esri-spezifisch)
Zugriffsmethode	Lokal auf Festplatte, Server-Zugriff	HTTP Range Requests, Cloud Storage	Lokal und Esri-Server/ArcGIS Pro
Typische Nutzung	Offline-Karten, Desktop-GIS, Mobile Apps	Web- und Cloud-Hosting, CDN, serverlos	ESRI-Ökosystem, Austausch von Esri-Karten
Vergleich der Dateigröße	Standard MBTiles (z. B. 75 GB für OSM-Europa)	30-70% kleiner als MBTiles (z. B. 20-50 GB)	Vergleichbar mit MBTiles oder leicht größer
Besonderheiten	Viele Tools unterstützen MBTiles; gute Editierbarkeit.	Sehr kompakt; effizient für große Datensätze; keine SQLite nötig.	Nur mit ESRI-Software nutzbar; keine Offline-Webnutzung möglich; enthält Styles, Fonts, Metadaten.
Quellen	[4., 5., 6., 7., 8.]	[4., 7., 11.]	[9., 10., 12.]

Mit der Gründung der OMF und der zunehmenden Produktionsreife von Overture Maps hat Meta beschlossen, die Veröffentlichung der Daylight Map Distribution einzustellen und stattdessen auf Overture Maps zu setzen. Overture Maps übernimmt somit die Rolle von Daylight als globale, offene, qualitätsgesicherte Kartenbasis und bietet eine global konsistentere, vollständigere und für Anwendungen besser nutzbare Datenbasis als Daylight, da sie offene und kommerzielle Quellen nach einem einheitlichen Schema zusammenführt und fortlaufend validiert. Durch die Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Quellen werden Verfälschungen (z. B. im Rahmen hybrider Kriegsführung) und Vandalismus in den Daten besonders schnell ersichtlich.

BEWERTUNG DER OVERTURE MAPS FÜR DIE BUNDESWEHR

Aufgrund der

1. kontinuierlichen Weiterentwicklung des Datenmodells der Overture Maps, (Schema-Updates erfolgten mit jeder monatlichen Veröffentlichung neuer Releases in 2025)
 2. der Integration räumlich sehr begrenzter Teildatenbestände und dadurch entstehender Inhomogenitäten (Juni 2025: Integration firmenspezifischer Adressdaten für einzelne Counties in den USA und einzelnen Ländern in Asien; Juli 2025: TomTom-Daten für Türkei)
 3. und sehr begrenzter Möglichkeiten, die Daten zu lesen und zu verarbeiten (Datenformat GeoParquet wird von den im ZGeoBw verfügbaren Versionen ArcGIS Pro nicht unterstützt; nur QGIS erlaubt das Einlesen)
- werden die Daten der Overture Maps im ZGeoBw bisher noch nicht produktiv genutzt. Die Erschließung des Datenmodells der Overture Maps ist jedoch weit fortgeschritten.

Die bisher für OSM verwendeten Werkzeuge zur Weiterverarbeitung der Daten können für die Overture Map derzeit noch nicht genutzt werden. Der Grund dafür ist, dass Overture auf ein spezielles, cloud-basiertes Datenformat (Parquet) setzt und die Daten in Cloud-Umgebungen wie Amazon S3 oder Microsoft Azure speichert. Das ZGeoBw beabsichtigt die weitere Verarbeitung und Aufbereitung der Daten der Overture Maps insbesondere vor dem Hintergrund der Fusion unterschiedlicher offener und kommerzieller Quellen zu forcieren. Für Anwendungen in der Bundeswehr werden zunächst Workflows in QGIS entwickelt, um eine Datenbereitstellung in Form von MBTiles anbieten zu können (die Erzeugung von PMTiles wird von QGIS nicht unterstützt). Ziel ist eine erste Datenbereitstellung zum Ende des ersten Halbjahres 2026. Sobald Versionen der ESRI Software ArcGIS Pro im ZGeoBw verfügbar sind, die das Datenformat GeoParquet verarbeiten können, wird untersucht, ob die Bereitstellung der Vector Tiles im ESRI vtpk-Format möglich ist.

ERGÄNZENDE GEOINFORMATIONEN VECTOR BASEMAP

Im August 2023 hat der LtrGeoInfoDBw die Spezifikation für das GeoInfo-Produkt **ergänzende Geoinformationen Vector BaseMap** (eGI Vector BaseMap) gezeichnet. Die Vector BaseMaps dienen als Orientierungs-/Hintergrundkarte, um Visualisierungen von thematischen und qualitätsgeprüften GeoInfo-Daten zu unterstützen. Die Vektordaten werden in Vektorkacheln (Vector Tiles) konvertiert, um eine effiziente Bereitstellung und dynamische Gestaltung (Symbolisierung) der Vector BaseMap sicherzustellen. Durch die dynamische Gestaltung können entsprechend der Wünsche von Bedarfsträgern standardisierte Vector BaseMaps erstellt werden. Die Vektorkacheln können als Vector Tile Package (vtpk)¹²

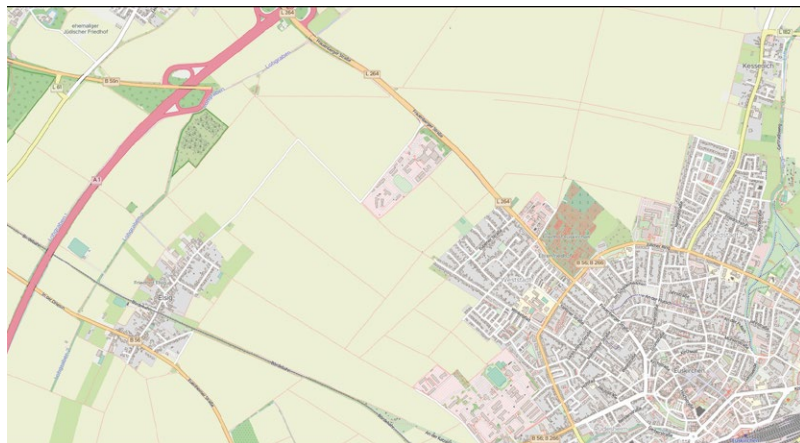
¹² vtpk = proprietäres Format von Esri, das Vektor-Kacheln zusammen mit Style-Definitionen in einem ZIP-Archiv speichert (Nutzung im Esri-Ökosystem)

▽ **Tab. 4:** OSM-Datenquellen (Quelle: ZGeoBw/Weers)

Datenquelle	GeoFabrik	Planet-Dumps (OSMF)	Daylight Map Distribution	Overture Maps Foundation
Ursprung/Basisdaten	OpenStreetMap	OpenStreetMap	OpenStreetMap + Zusatzdaten	OSM, Unternehmensdaten, weitere offene Quellen
Abdeckung	Weltweit, regional	Weltweit	Weltweit	Weltweit
Aktualisierungs-Intervall	Täglich	Wöchentlich	Zwei Mal wöchentlich	Monatlich
Formate & Besonderheiten	OSM-PBF, OSM-XML (bz2), Shapefile, GeoPackage, File Geodatabase; regionale Extrakte, angepasste Layer	OSM-PBF, OSM-XML; gesamter OSM-Datensatz („Planet-File“)	OSM-PBF, zusätzliche Vektordaten (u. a. Gebäude von Microsoft), Qualitätsprüfungen, Fehlerbereinigung (bis Nov. 2024 als Datenquelle verfügbar)	GeoParquet, Overture-spezifische Formate, offene Daten, Integration verschiedener Quellen (Nachfolger Daylight Map Distribution)
Lizenz/Verwendung	ODbL	ODbL	ODbL + Zusatzquellen	Open (verschiedene Lizenzen je Layer)
Qualitätskontrolle/Erweiterungen	Rohdaten, keine zusätzliche Validierung	Rohdaten, keine zusätzliche Validierung	Validierung, Entfernung von Fehlern, Zusatzdaten	Qualitätskontrolle, Harmonisierung, offene IDs

und in den Dateiformaten MBTiles (Mapbox Tiles) und PMTiles (Proto-map Tiles) bereitgestellt werden. Die benannten Vectortile-Formate unterscheiden sich in Aufbau und Nutzung sowie Größe und Einsatzszenarien (siehe **Tab. 3**).

Die Vector BaseMaps (**Abb. 1**) sind eine sehr gute und oftmals aktuellere Alternative zu den Hintergrundkarten aus der ESRI Data Appliance. Die Bereitstellung als Vektorkacheln ermöglicht den Nutzenden, eine räumliche Auswahl in verschiedenen Zoomstufen anzufordern, was eine effiziente und performante Darstellung auf einer Vielzahl von Geräten und in unterschiedlichen Detailstufen unterstützt.

△ **Abb. 1:** Visualisierung der eGI Vector BaseMap (Zoomstufe 14) (Quelle: ZGeoBw/Weers)

TECHNISCHE ASPEKTE ZUR NUTZUNG VON OPEN DATA, INSBESONDERE DER OSM-DATEN ALS QUELL-VEKTORDATEN

Für eGI Vector BaseMap werden im ZGeoBw OSM-Daten aus den Quellen „Planet-Dumps der OpenStreetMap Foundation“ oder von der „GeoFabrik“ im osm-pbf-Format genutzt (**Tab. 4**). Für kleine Maßstäbe werden weitere Daten (z. B. Bathymetrie, Hillshades) aus Datenquellen wie z. B. von Natural Earth (z. T. im Shape-File-Format) herangezogen und integriert. Werden vom Bedarfsträger Vector BaseMap für spezielle Gebiete/ Area of Interest (AOI) angefordert, müssen die Daten für den geographischen Raum zurechtgeschnitten werden. Das OpenSource-Tool osmium¹³ ist ein leistungsfähiges

Kommandozeilenwerkzeug zur Bearbeitung von OpenStreetMap (OSM)-Daten, das unter anderem das gezielte Ausschneiden (Extrahieren) von Regionen aus großen Dateien ermöglicht. Die resultierende Datei enthält alle OSM-Objekte innerhalb der angegebenen Region, ohne die Datenstruktur zu verändern oder Objekte zu beschneiden. Für die Bereitstellung der extrahierten Vector BaseMap stehen zwei Varianten zur Verfügung:

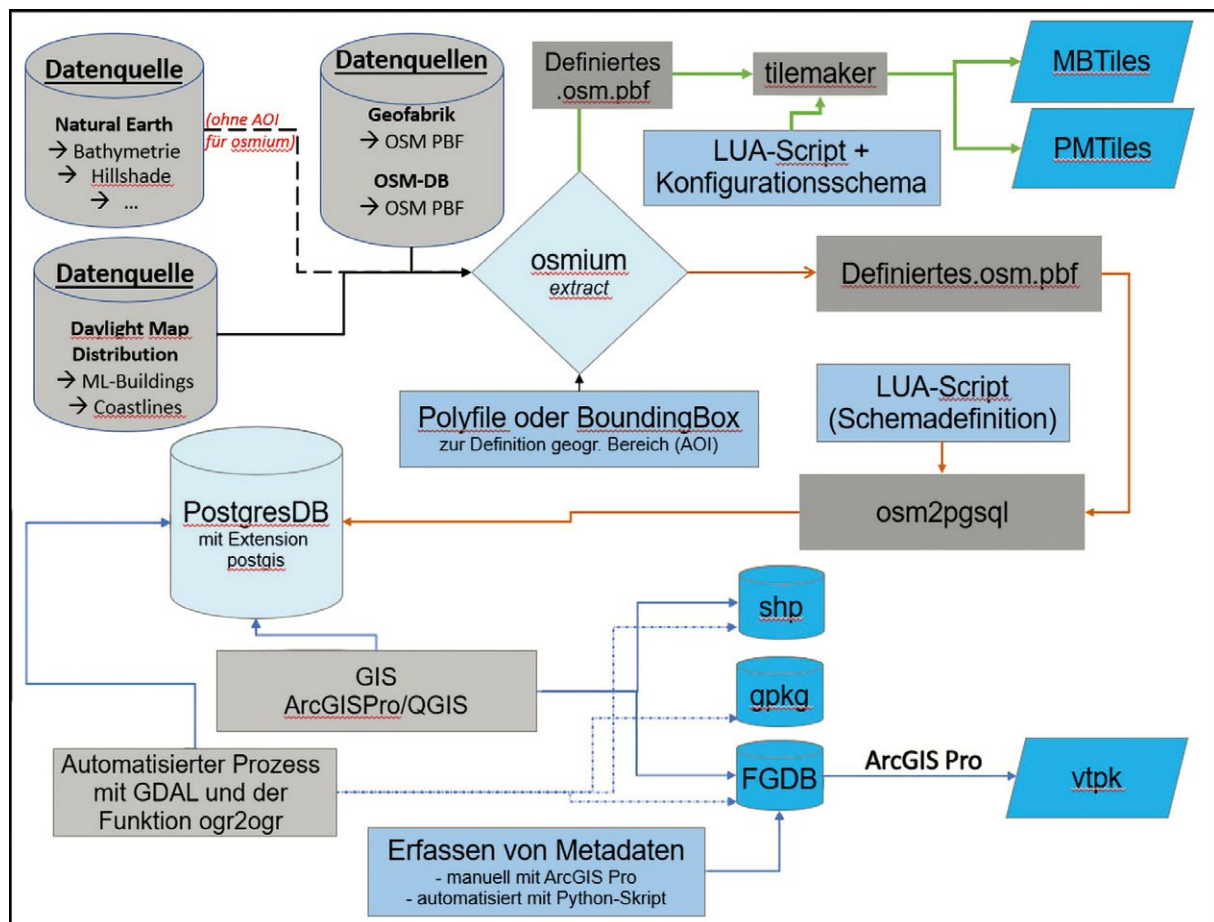
1. Ausgabe als MBTiles/PMtiles (für Webkarten)
2. Bearbeitung der Daten in GIS.

Zur Erzeugung von MBTiles/PMtiles wird der typische Workflow wie folgt beschrieben (vgl. **Abb. 2**):

- a. Mit osmium werden die gewünschten Geodaten aus einer OSM-PBF-Datei extrahiert.
- b. Mit dem Tool tilemaker¹⁴ werden aus den OSM-Daten unmittelbar Vektorkacheln im MBTiles- oder PMtiles-Format (ohne Datenbank) erstellt.

¹³ Das Tool „osmium“ ist ein vielseitiges, quelloffenes Kommandozeilenprogramm zur Bearbeitung von OSM-Daten. Es bietet zahlreiche Funktionen zum Manipulieren, Konvertieren, Filtern, Extrahieren von Kartenausschnitten und Analysieren von OSM-Dateien.

¹⁴ Das Tool „tilemaker“ ist ein einfaches, quelloffenes Kommandozeilenprogramm, das aus OSM Daten im PBF-Format direkt Vektor-Kacheln (Vector Tiles) erzeugt, ohne dabei eine Datenbank zu benötigen



△ **Abb. 2:** Workflow von Open Data (OSM) zu den Vector Tiles und GIS-Anwendungen (Quelle: ZGeoBw/Weers)

- c. Die Steuerung, Filterung und Verarbeitung der OSM-Objekte erfolgt dabei per LUA-Skript¹⁵, indem definiert werden kann, welche Objekttypen (Nodes, Ways, Relations) und Attribute in die Kacheln übernommen werden.
- d. Zusätzlich können auch Shapefiles¹⁶ (z. B. externe Zusatzdaten) eingebunden und gemeinsam verarbeitet werden.

Das Zusammenspiel von osmium und tilemaker ermöglicht eine flexible, skriptgesteuerte Extraktion, Transformation und Bereitstellung von Daten für verschiedene Nutzungsszenarien und bis zur Erstellung webbasierter Vektorkarten. Die eigentliche visuelle Gestaltung der Karten (Kartendesign) ist nicht Teil von tilemaker, sondern wird durch separate Stildateien (JSON¹⁷) und mit dem Tool Maputnik¹⁸ vorgenommen.

BEREITSTELLUNG DER OSM-DATEN FÜR DIE WEITERE BEARBEITUNG IM GIS

Mit dem Open-Source-Kommandozeilentool `osm2pgsql`¹⁹ werden OSM-Daten (`osm.pbf`) in eine PostgreSQL/PostGIS-Datenbank importiert. Dabei werden die OSM-Daten in eine relationale Struktur überführt, sodass sie für Visualisierung, Analyse, Datenprozessierung und Export in GIS-Anwendungen wie ArcGIS Pro oder QGIS genutzt werden können. Mit `osm2pgsql` können Nutzer den gesamten Importprozess durch LUA-Skripte flexibel steuern.

- a. Individuelle Schema-Definitionen:
Nutzende bestimmen, welche Tabellen und Spalten angelegt, welche Objekte importiert und welche Tags gespeichert werden, um z. B. nur relevante Attribute oder bestimmte Objektarten zu speichern.

15 **Lua** = imperative und erweiterbare Skriptsprache zum Einbinden in Programme. Ein „Lua-Script“ wird bei der Arbeit mit „tilemaker“ verwendet, um OSM-Daten gezielt zu filtern, zu verarbeiten und in verschiedene Vektor-Tile-Layer zuzuordnen.

16 Die Integration von Shapefiles ist experimentell und wurde in einer Entwicklungs-Branche getestet. Es ist nicht garantiert, dass diese Funktion in jeder Version von „tilemaker“ verfügbar ist, sie wird jedoch von Nutzern (auch im ZGeoBw) erfolgreich eingesetzt.

17 **JSON** = JavaScript Object Notation (Datenaustauschformat in einfach lesbarer Textform)

18 **Maputnik** ist ein kostenloser, quelloffener visueller Editor zur Gestaltung von Vektor-Tile-Karten nach der MapLibre Style Spezifikation.

19 **osm2pgsql** ist ein quelloffenes Kommandozeilenprogramm, das zur Einbindung von OSM Daten in eine PostgreSQL/PostGIS-Datenbank dient (Extract-Transform-Load = ETL-Tool für OSM Daten)

- b. Komplexe Verarbeitung und Automatisierung:
Mit LUA können Werte vor dem Import umgewandelt, Metadaten ergänzt, spezielle Logiken angewendet, spezifische Anforderungen umgesetzt und der Importprozess automatisiert werden.
- c. Zwei-Stufen-Import:
Daten können in mehreren Stufen verarbeitet werden, etwa um Informationen aus Relationen gezielt auf andere Objekte zu übertragen.

Die Kombination von osm2pgsql und LUA macht den Import und die Analyse von OSM-Daten flexibel, effizient und skalierbar – ideal für komplexe Geodatenanalysen in GIS.

WEITERE BEARBEITUNG IM GIS

Mit ESRI ArcGIS Pro und einer angebundenen PostgreSQL-Datenbank können OSM-Daten in GIS-Formate wie Shapefile (shp) oder FileGeoDatabase (fgdb) exportiert und bereitgestellt werden. Neben der interaktiven Nutzung in ArcGIS Pro ist eine automatisierte Konvertierung in diese Formate mit GDAL²⁰ und dem Kommandozeilentool ogr2ogr²¹ mit hoher Performance möglich. Metadaten für FileGeoDatabases können manuell in ArcGIS Pro oder automatisiert per Python-Skript erfasst werden.

Um aus einer fgdb ein Vector Tile Package (vtpk) zu erstellen, wird in ArcGIS Pro zunächst eine Karte mit den gewünschten Vektor-Layern angelegt, das Styling festgelegt und dann mit dem Werkzeug „Vektorkachelpaket erstellen“ der Export angestoßen (nur Vektordaten, keine Rasterdaten). Vorteile des ESRI-Vector-Tile-Formats (vtpk) sind:

- Nahtlose Integration in ArcGIS Pro, Online, Enterprise und Runtime (ESRI Ökosystem).
- Optimiert für ESRI-Anwendungen und direkt aus ArcGIS Pro erzeugbar.
- Effiziente Komprimierung für große Kachelsets.
- Vtpk-Dateien können direkt als Kachel-Layer in ESRI-Umgebungen veröffentlicht werden.

Während vtpk in Esri-Systemen optimal eingesetzt werden kann, sind Formate wie MBTiles/PMTiles universell einsetzbar (ausgenommen in ESRI-Systemen) und bieten mehr Flexibilität, insbesondere im Open-Source- und Webbereich.

FAZIT

- Wie ist die eGI Vector BaseMap gegenüber verfügbaren
 - amtlichen Daten wie das ATKIS®-Basis-DLM (Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem - Digitales Basis-Landschaftsmodell),
 - GeoInfo-Daten²² (qualitätsgesicherte Geoinformationen) und
 - GeoInfo-Produkten²³ (ausgewertete und aufbereitete Geoinformationen) einzuordnen?

Die eGI Vector BaseMap (basierend auf OSM-Daten) kann weder das ATKIS®-Basis-DLM noch GeoInfo-Daten oder GeoInfo-Produkte ersetzen, da insbesondere die Vollständigkeit und die Positionsgenauigkeit in unterschiedlichen geographischen Räumen stark variieren und immer wieder Inhomogenitäten in den Daten auftreten können.

In den vergangenen Jahren sind bereits verschiedene Untersuchungen²⁴ durchgeführt worden, um herauszufinden, ob sich Informationen aus OSM heranziehen lassen, um Daten im ATKIS®-Basis-DLM aktuell zu halten oder mit weiteren Informationen anzureichern. Die größte Herausforderung besteht in der Aufbereitung der jeweiligen Daten, um eine Vergleichbarkeit zwischen beiden Datenbeständen herzustellen bzw. identische Objekte zu identifizieren. Diese Erkenntnis lässt sich nahtlos auf GeoInfo-Daten übertragen. Die Aktualität und der Informationsgehalt amtlicher Daten wie auch der GeoInfo-Daten können durch eine „Fusion“ mit Daten aus den offenen Quellen überprüft und verbessert/ergänzt werden. Objekte aus offenen Quellen, die in amtlichen Daten bzw. in den GeoInfo-Daten enthalten sind, können hinsichtlich ihrer Qualität überprüft und bewertet werden. Lösungsansätze zur Aufbereitung der Daten des ATKIS®-Basis-DLM, der GeoInfo-Daten und aus offenen Quellen (z. B. OSM-Daten) können mit verfügbaren GIS-Anwendungen, dem Einsatz von FME²⁵ bzw. der Nutzung der PostgreSQL Datenbanken geschaffen werden - eine Herausforderung für die nächsten Jahre.

- Welche Vorteile bietet die eGI Vector BaseMap vom ZGeoBw den Nutzenden in der Bundeswehr?

20 Die **Geospatial Data Abstraction Library (GDAL)** ist eine freie Programm-Bibliothek für die Konvertierung räumlicher Raster- und Vektordaten (www.gdal.org)

21 Der GDAL/OGR SQL dialect ist eine Programm-Bibliothek, die verschiedene Vektor- und Rasterformate lesen und schreiben kann.

22 vgl. K-3112/2 Her- und Bereitstellen von Geoinformationen

23 vgl. K-3112/2 Her- und Bereitstellen von Geoinformationen

24 Quellen:

(1) FÜNFER et al., Datenvergleich und Integrationsmöglichkeiten von Landschaftsmodellen – zfv 6/2018 - DOI 10.12902/zfv-0220-2018

(2) ATKIS-Basis-DLM und OpenStreetMap – Ein Datenvergleich anhand ausgewählter Gebiete in Niedersachsen - Mareike Schoof, Kai Behncke, Manfred Ehlers – FOSSGIS 2011

25 FME (Feature Manipulation Engine) ist eine leistungsfähige, kommerzielle Software-Plattform für die Integration, Transformation und Automatisierung von Daten – insbesondere geografischen und räumlichen Daten – entwickelt und bereitgestellt von Safe Software (Geospatial ETL-Lösung)

▽ **Tab. 5:** Eingangsdatenformate für eGI Vector BaseMap (Quelle: ZGeoBw/Weers)

Kriterium	.osm.pbf (+Lua/Flexoutput)	Shapefile (.shp)
Datenumfang	Komplett (alles aus OSM)	Stark reduziert, vorgefiltert
Flexibles Filtern & Mapping	Voll flexibel mit Lua	Nicht möglich, Layer fix
Relationen & History	Enthalten	In der Regel nicht enthalten
Attributnamen/-länge	Unbegrenzt	10 Zeichen pro Feld
Dateigröße	Mehrere GB möglich	2 GB pro Datei max.
Geometrien	Sehr flexibel (inkl. Relationen)	Nur Punkt, Linie, Polygon
Individuelle Exporte	Möglich	Nicht möglich

Der vermeintlich einfachste Zugang zu OSM-Daten erfolgt in der Regel über die Download-Seite von Geofabrik. Wie in **Tabelle 4** dargestellt, stehen dort verschiedene Datenformate, beispielsweise das für GIS-Anwender vertraute Shapefile-Format, zur Verfügung. Die Vertrautheit mit diesen gängigen Formaten stößt jedoch schnell an ihre Grenzen, sobald Nutzende sich mit den damit verbundenen Einschränkungen und Informationsverlusten auseinandersetzen müssen (siehe **Tab. 5**). Das ZGeoBw ermöglicht den Nutzenden in der Bundeswehr mit der Bereitstellung der qualitätsgeprüften²⁶ eGI Vector BaseMap maximale Flexibilität in der Nutzung der aus OSM übernommenen Informationen. Relevante Daten werden aus dem pbf-Format mit osm2pgsql und dem Flex-Output (unterstützt durch Lua-Skripte) sowie flexible Logiken für das Mapping, die Auswahl, Transformation und Klassifizierung extrahiert und in einem Zieldatenmodell bereitgestellt. Dieses Vorgehen bildet die Grundlage für das im ZGeoBw umgesetzte Anwendungsszenario und ermöglicht die Erstellung nutzerspezifischer Datenauszüge, die eine wesentliche Grundlage für „operating off the same map“ bilden.

QUELLENVERZEICHNIS

- [1.] <https://community.openstreetmap.org/t/grundlegende-probleme-von-osm/82354?page=2>
- [2.] <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Osmose/issues>
- [3.] <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Import/Guidelines>
- [4.] <https://docs.protomaps.com/pmtiles>
- [5.] <https://wheremap.com/blog/details/vector-tiles-und-qgis>
- [6.] https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/user_manual/working_with_vector_tiles/vector_tiles.html
- [7.] <https://astrid-guenther.de/vectortiles-und-openstreetmap/>
- [8.] <https://unigis.at/files/Masterthesen/Full/104577.pdf>
- [9.] <https://www.data.gv.at/katalog/application/openvtpk>
- [10.] <https://pro.arcgis.com/de/pro-app/3.3/tool-reference/data-management/create-vector-tile-package.htm>
- [11.] <https://github.com/FabianRechsteiner/vector-tiles-benchmark>
- [12.] <https://github.com/protomaps/PMTiles/discussions/321>
- [13.] https://geodaesie.info/images/zfv/143-jahrgang-2018/downloads/zfv_2018_6_Fuenfer-et-al.pdf
- [14.] <https://core.ac.uk/download/pdf/236368837.pdf>
- [15.] https://geodaesie.info/images/zfv/137-jahrgang-2012/downloads/zfv_2012_4_Behncke-Ehlers.pdf
- [16.] https://fossgis-konferenz.de/2011/programm/attachments/189_fossgis2011_schoof_behncke_ehlers.odt
- [17.] https://www.ioer.de/fileadmin/user_upload/Forschung/Publicationen/IOER-Schriften/files/IOER_Schrift_63.pdf
- [18.] https://www.fossgis.de/w/images/a/a1/2011_fossgis_tagungsband.pdf
- [19.] <https://av.tib.eu/media/15918>
- [20.] <https://www.geofabrik.de/data/geofabrik-osm-gis-standard-0.7.pdf>
- [21.] <https://learnosm.org/en/osm-data/geofabrik-and-hot-export/>
- [22.] <https://osm2pgsql.org/doc/manual.html>
- [23.] <https://blog.rustprooflabs.com/2020/12/osm2pgsql-flex-output-to-postgis>
- [24.] <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Shapefiles>

²⁶ Die eGI Vektor BaseMap beinhaltet Qualitätsprüfung im Rahmen der Datenverarbeitung. Diese Qualität entspricht nicht den Anforderungen an die Qualität von GeoInfo-Daten.

RESSORTÜBERGREIFENDE GRENZDATEN FÜR BMVG, BND UND AA

Durch Ausführung des ZGeoBw

REGIERUNGSAMTMANN HENRY SCHUBERT

EINHEITLICHE GRENZEN FÜR DIE BUNDESMINISTERIEN

Die Darstellung von Grenzen souveräner Staaten und deren Unveränderbarkeit war für viele Bundesbürger lange Zeit eine vermeintlich angenommene Tatsache. Spätestens seit dem Angriffskrieg von Russland auf die Ukraine 2022 ist die Veränderbarkeit von Grenzen in das Bewusstsein unserer Gesellschaft zurückgekehrt. Für die Angehörigen der Bundeswehr, die nach Jahren des internationalen Krisenmanagements jetzt wieder die Landes- und Bündnisverteidigung als Schwerpunkt-auftrag haben, ist es essentiell zu wissen und zu verstehen, wo die zu schützenden Grenzen verlaufen.

Im europäischen Kontext wird in der Öffentlichkeit häufig von der „NATO-Ostflanke“ als unmittelbarem Schauplatz der zu verteidigenden Bündnisgrenze gesprochen. Mit dem Beitritt des jüngsten NATO-Partners Finnland erweiterte sich das Bündnisgebiet auf eine Länge von mehr als 2.500 km. Diesen Grenzbereich gilt es zu sichern und – wenn nötig – auch zu verteidigen.

Doch auch vorher schon, in Zeiten der Fokussierung der Bundeswehr als Einsatzarmee und im Rahmen des internationalen Krisenmanagements, trat das Gesprächsthema Grenzen und insbesondere der strittigen Grenzen in den Einsatzgebieten immer wieder zu Tage: Wo verläuft die Grenze zwischen Afghanistan und Pakistan genau? Ist die Patrouille in Mali noch im zugewiesenen Hoheitsgebiet? Sind die Luftfahrzeuge der Luftwaffe im Rahmen des KFOR-Einsatzes bereits in den Hoheitsraum des benachbarten Landes eingedrungen oder besteht eine Verletzung des Luftraumes zum Nachbarstaat?

Diese und weitere Fragen der Angehörigen der Bundeswehr zu beantworten, ist Aufgabe des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr und das stets auf Basis qualitätsgesicherter Geoinformationen in Abstimmung mit unseren nationalen und internationalen Partnern. Mit der Ausarbeitung eines gemeinsamen Grenz- und Verwaltungsdatensatzes, aus Sicht der Bundesrepublik Deutschland, unter Federführung des Auswärtigen Amtes ist ein wesentlicher Meilenstein geschaffen worden. Dieser Datensatz schafft ressortübergreifend Handlungssicherheit und wurde durch die im Oktober 2024 geschlossene Ressortvereinbarung des BMVG mit dem Auswärtigen Amt ermöglicht. Erst dadurch wurde die Voraussetzung geschaffen, einen einheitlichen und verbindlichen Austausch von Geoinformationen in

Belangen von außenpolitischen Thematiken zu nutzen. Für Handlungssicherheit sorgt dabei, neben der Expertise des Auswärtigen Amtes, auch die Zuarbeit des BND, insbesondere bei umstrittenen Grenzregionen.

In kurzer Zeit (2023-2024) wurde durch den Geoinformationsdienst der Bundeswehr in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitenden des Auswärtigen Amtes, ein weltweiter, aktueller Grenzdatensatz der ersten administrativen Ordnung (Bundesländer, States etc.) erarbeitet, der genau eine Sichtweise und politische Haltung der Bundesregierung souverän nach außen vertritt.

SEEGRENZEN – EINE THEMATIK MIT BESONDEREN HERAUSFORDERUNGEN

In dem Datensatz, der allen Bundesbehörden zur Verfügung gestellt werden kann, sind alle Ländergrenzen enthalten, die aus der Sicht unseres Staates politisch anerkannt sind und außenpolitisch vertreten werden. Die Grenzen eines staatlich souveränen Landes beinhalten jedoch nicht nur imaginäre und physische Grenzen an Land, sie erstrecken sich ebenso in die angrenzenden Gewässer und Meeresbereiche. Folglich umfasst der Datensatz auch die erweiterten Bereiche der Hoheitlichkeit zur See, die eine Zuständigkeit der jeweiligen Marinestreitkräfte in der um das heimatliche Festland befindlichen Zwölf-Seemeilen-Zone darstellen. Für die Einflussphären der jeweiligen Staaten sind daran die bis zu 200 Seemeilen reichenden ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ) angeschlossen, die dem zugeordneten Land die Autorität für die dort vorliegenden Boden- und Meeresschätze zusichert.

Zumindest in der Theorie, wurden diese Ansprüche und Zuständigkeiten in dem 1982 in dritter Ausführung aufgelegten Werk „United Nations Convention on the Law of the Sea“ – kurz UNCLOS niedergeschrieben und von den unterzeichnenden Partnern anerkannt. In der Praxis werden jedoch die Regeln mit Blick auf die jeweiligen machtpolitischen Interessen ausgelegt. Ein brisantes Beispiel hierzu ist die Situation im Südchinesischen Meer, wo die Volksrepublik China kontinuierlich ihren Anspruchsbereich ausdehnt. Im gemeinsam erarbeiteten Datensatz sind die vereinbarten Grenzverhältnisse des UN-Seerechtsübereinkommen vom oben genannten UNCLOS Werk übernommen (**Abb. 1**).

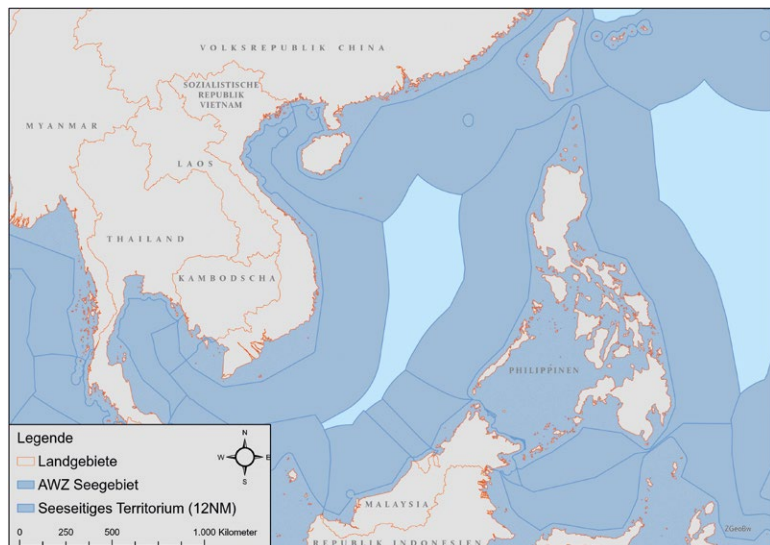
Seit der in Kraftsetzung des internationalen Seerechtsübereinkommen bestehen zuallermeist einseitige Bestrebungen von Ländern, den eigenen Einflussbereich auszuweiten. Solche Verschiebungen der Ansichten werden

beim internationalen Seegerichtshof eingereicht und stauen sich aufgrund der Einsprüche der benachteiligten Länder auf, sodass kaum eine konfliktfreie neue Grenzsituation entstehen und einvernehmlich übernommen werden kann.

So ist aus Sicht der Bundesrepublik eine finale Stellungnahme zu Territorialgewässern ohne eine belastbare, aktualisierte Rechtslage nicht möglich oder gewollt ohne internationale Verwerfungen hervor zu rufen. Für die Bundeswehr wird die Thematik Seegebietsgrenzen genau zu verorten von entscheidender Bedeutung, wenn Seestreitkräfte Missionen und Operationen in solchen Gebieten planen und durchführen, wie zuletzt im Falle des Indo-Pacific Deployments 2024 das im Missionsverlauf durch das Südchinesische Meer führte. Wenn Operationen in solchen Gebieten durchgeführt werden, verweist die Bundesrepublik dabei auf die zuletzt einheitlich abgestimmten und angenommenen Zustände, die bilateral zwischen den Ländern beim Seegerichtshof geklärt werden konnten oder bei UNCLOS hinterlegt sind (**Abb. 1**). Solche Operationen sind immer im Sinne unserer Bündnispartner abgestimmt und vertreten eine einheitliche Linie der westlichen Streitkräfte auf dem internationalen Parkett.

GRENZEN ALS MEDIUM DER AUSSENPOLITIK

Die Darstellung von Grenzen unterliegt immer der Sichtweise und politischen Haltung des Erstellenden. Global gesehen gibt es deswegen mindestens genauso viele Varianten an Grenzdaten wie denkbare politische Haltungen.



△ **Abb. 1:** Hoheitlichkeiten zur See nach UNCLOS im südchinesischen Raum (Quelle: ZGeoBw/Schubert)

Im weitesten Sinne vertritt Deutschland die außenpolitischen Ansichten der jahrzehntelangen Bündnis- und Handelspartner. Jedoch steckt – wie so oft – der „Teufel“ im Detail. Um internationale Verwerfungen zu vermeiden, ist es im diplomatischen Sinne oft angebracht, keine eigene Meinung zu den aktiven Diskussionen oder Veränderungsbestrebungen im regional ortsbezogenen Rahmen zu äußern. Aber auch bei größeren Veränderungen gilt es, das nationale und bilaterale Interesse abzuwägen und zu bewerten, wann das Aussprechen einer deutschen Sichtweise zielführend ist oder eher eine gegenteilige Wirkung erzeugt. Wo mit einer Stimme gesprochen wird, wie beispielsweise die Großteils einheitliche Haltung der NATO-Partner zum Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine, fällt eine klare Äußerung leicht. Wo jedoch die politische Haltung der Bundesrepublik gegensätzlich zu Partnern und Nachbarn stehen,

ist es wichtig eine souveräne Darstellung von den Grenzansichten der Bundesrepublik Deutschland durch den ausgearbeiteten Grenzdatensatz zu sichern.

So hat die Bundesrepublik Deutschland eine eigene Haltung zur Situation der Westsahara mit Marokko, der Anerkennung des souveränen Staates Kosovo und der staatlichen Souveränität der Republik Zypern (**Abb. 3**). Diese unterscheiden sich z. T. stark von den Ansichten Frankreichs, Spaniens oder der Türkei. Zu letzterem ist in **Abbildung 3** eine Ansicht der Situation Zyperns aus Sicht der Bundesregierung veranschaulicht. In Schraffur sind die Gebiete die zurzeit nicht durch den



△ **Abb. 2:** Westliche Einflussosphäre der Nato. Landesgebiete, Ausschließliche Wirtschaftszonen und Territoriale Seegebiete (Quelle: ZGeoBw/Schubert)

souveränen Staat Zypern verwaltet werden können. So sind die umstrittenen Orange-schraffierten Bereiche die seit 1983 proklamierten Bereiche der Türkischen Republik Zypern, welche einen eigenen Staat aus Sicht der Türkei darstellen soll. In Rot-Schraffur ist die UN-Mission „United Nations Peacekeeping Force in Cyprus“ dargestellt, die seit 1974 die Pufferzone der Waffenstillstandslinie der beiden Konfliktpartner überwacht und sicherstellt. Für die Bundesrepublik Deutschland ist die Souveränität der Republik Zypern ausgedehnt auf den gesamten Bereich der Insel und steht im Gegensatz zu den Ansichten der Türkei.



△ Abb. 3: Republik Zypern aus deutscher Sicht in Gegenüberstellung die Türkische Republik Zypern, wie von der Republik Türkei anerkannt. (Quelle: ZGeoBw/Schubert)

EINE VERÄNDERTE WELTANSICHT

Nicht nur Deutschland muss sich in der wachsenden internationalen Unruhe, die unsere gewohnten Strukturen zu verändern droht, neu ausrichten. Andere Länder wie beispielsweise die Volksrepublik China betreiben seit Jahren einen klaren, zunehmend aggressiven Kurs in ihren außenpolitischen Ansichten und setzen diese auch um. Die digitale Welt bietet dabei eine ganz neue Front der geopolitischen Machtwirkung, wie sie es zu Zeiten des Kalten Krieges in diesem Ausmaß nicht gab. Die Volksrepublik China ist dabei eine der Nationen, die diese Ebene als Vorreiter für sich einzunehmen verstanden hat. So wird mit kontinuierlicher und intensiver Anstrengung der Cyberspace mit Kartenmaterial geflutet, der die chinesischen Ansprüche untermauern und auf lange Sicht legitimieren sollen. Ziel ist es dabei, die eigenen machtpolitischen Grenzen zu erweitern und den Widerstand gegenüber diesen Ansprüchen unerschwellig aufzuweichen.

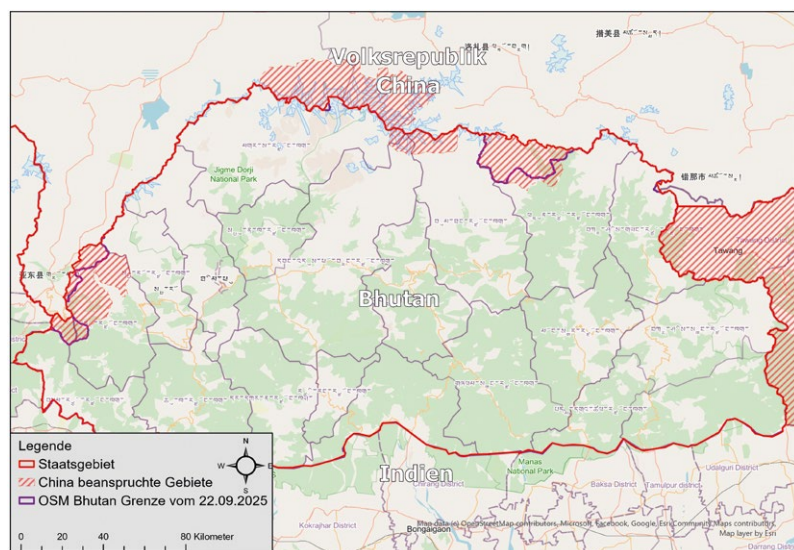
Für jeden einsehbar ist ein derartiges „Schlachtfeld“ auf dem frei verfügbaren und öffentlich zugänglichen Kartendienst „OpenStreetMap“. Verfolgt man die Grenzverläufe zu den Nachbarn, die an das Reich der Mitte grenzen, so finden sich diverse Verwerfungen. Als Beispiel dient die nachfolgende Abbildung zur Grenze mit Bhutan:

Abbildung 4 stellt dar, wie auf dieser durch eine „Community“ getriebenen Plattform, die chinesische Ansicht mit der Zeit immer weiter manifestiert und dadurch gut 1.000 km² chinesischen Territorium vermeintlich gewonnen werden konnte. Zum Vergleich: Dies entspricht im Verhältnis einem Viertel der Fläche, die Russland in den Kriegsjahren 2022-2024 unter Anwendung militärischer Gewalt in der Ukraine besetzen konnte.

Abschließend ist herauszustellen, dass eine souveräne Vermittlung der Grenzansichten der Bundesrepublik Deutschland, durch einheitliche Geoinformationen, überfällig war. Jedoch ist auch festzuhalten, dass das Fehlen einer konkreten Positionierung zu bestimmten Grenzsituationen auf der Welt, mitunter nicht ohne bewusste politische Abwägung erfolgt.

Durch den erstellten Datensatz ist sichergestellt, dass alle Vertreterinnen und Vertreter der Bundesregierung mit internationaler Außenwirkung auf eine vertrauenswürdige Ressource zurückgreifen können die Sicherheit in der Visualisierung der politischen Ansichten bietet.

Möglich wurde dies durch eine interministerielle Zusammenarbeit zwischen den Häusern des Auswärtigen Amtes, des Verteidigungsministeriums und des Bundesnachrichtendienstes. Diese erfolgreiche, zeitverzugsarme und effektive Zusammenarbeit ist wegweisend für eine abgestimmte Nutzung von Geo-Info-Ressourcen im Bundesbereich und soll in Zukunft noch intensiviert und auf weitere Themenbereiche ausgedehnt werden.



△ Abb. 4: Abweichung des Staatsgebietes von Bhutan in OSM zu designierten Datensatzes der BRD (Quelle: ZGeoBw/Schubert)

INDO-PACIFIC DEPLOYMENT 2024 – IPD 24

GeoInfo-Unterstützung und -Beratung einmal um die Welt

OBERSTLEUTNANT DANIEL SCHIEK

Der Indo-Pazifik ist die wirtschaftlich dynamischste und am schnellsten wachsende Region der Welt. Zugleich verlaufen hier geostrategische Konfliktlinien, die die besondere Aufmerksamkeit Deutschlands und seiner Verbündeten erfordern. Die Bundesrepublik stellt sich diesen Herausforderungen und zeigt Präsenz in der Region – auch mit der Bundeswehr.

Das IPD war das wichtigste Vorhaben der Deutschen Marine im Rahmen der Verteidigungsdiplomatie und der verstärkten Sicherheitskooperation im Jahr 2024. Sieben Monate lang, von Mai bis Dezember, zeigten die Seestreitkräfte weltweit Flagge mit einem aus zwei Schiffen bestehenden Einsatzverband: mit der Fregatte „Baden-Württemberg“ vom Typ F125, begleitet vom Einsatzgruppenversorger „Frankfurt am Main“.

„Das Indo-Pacific Deployment (IPD) ist ein komplexes Unterfangen unserer See- und Luftstreitkräfte mit einem besonderen Fokus, dem Pazifik – einer Region von zunehmend globaler, strategischer Bedeutung auch für Deutschland und Europa“, sagte Pistorius am 7. Mai 2024 anlässlich des Auslaufens der Deutschen Einheiten. „Wir wollen unsere regionalen Partnerschaften stärken und unsere Position als verlässlicher, präsenter Akteur in der Region festigen.“

Während IPD 24 wurden zahlreiche Manöver durchgeführt und weite Streckenabschnitte mit vertrauten und

neuen Partnern zurückgelegt. Die prominenteste Übung während dieses Deployments war RIM OF THE PACIFIC (RIMPAC), auf und im Seegebiet um Hawaii.

i

RIMPAC ist die größte maritime Übung der Welt und wurde geführt vom COM 3rd Fleet, Vizeadmiral John Wade (US NAVY). Hierzu waren ein Combined Forces Maritime Component Command und ein Combined Forces Air Component Command unterstellt und zusätzlich eine umfassende Organisation zur zivil-militärischen Zusammenarbeit für Not- und Katastrophenhilfe vorhanden. An der Übung insgesamt waren über 40 Schiffe, drei U-Boote, über 150 Luftfahrzeuge und mehr als 25.000 Soldatinnen und Soldaten aus 29 Nationen sowie Zivilpersonal und -organisationen beteiligt. Die Übung wird alle zwei Jahre durchgeführt. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand und sind gekennzeichnet durch den hohen Planungsaufwand und auch den politischen Vorbereitungsprozess. Dabei wird auf einer Fläche von ca. 1.000.000 Quadratkilometern in einem sensiblen und schützenswerten Ökosystem geübt – eine Tatsache, der unbedingt Rechnung getragen werden muss. Die Sicherheit aller Beteiligten und der Schutz der maritimen Umwelt hatten von ‚Command-Seite‘ oberste Priorität.

Der politische und der militärische Aspekt sowie auch die Zusammensetzung des Einsatzverbandes lassen den Umfang der benötigten Geoinformationen und die



△ **Abb.1:** Die Grafik zeigt den Großraum Indo-Pazifik mit den Seegebieten zwischen der Ostküste Afrikas und der Westküste Amerikas sowie wie die dazugehörigen Küstenregionen im Rahmen des Einsatzes Indo-Pacific Deployment 2024, Stand Mai 2024. (Quelle: Bundeswehr/PIZ Marine)



△ **Abb. 2:** Ein Transportflugzeug Airbus A400M und die Kampfflugzeuge Eurofighter überfliegen in Formation die Fregatte F 222 Baden-Württemberg im Rahmen der Übungen Pacific Skies und Pacific Waves im Seegebiet vor der Insel Hawaii/USA im Rahmen des Indo-Pacific Deployment 2024, am 30.7.2024. (Quelle: Bundeswehr/Theska)

an diese gestellten Anforderungen deutlich werden. Klimatologische und landeskundliche Beratungen im Vorfeld, Flug-, See- und natürlich Weltraumwetter fortlaufend während der Reise und nicht zuletzt die Meeresbiologie begleiteten die Reise. Die Produktion und Koordination sowie die zeit- und bedarfsgerechte Bereitstellung dieser Informationen vermitteln ein umfassendes und eindrucksvolles Bild des Aufgabenportfolios des Geoinformationsdienstes, und das lediglich anhand des Beispiels IPD 24.



OZEANBEOBACHTUNGSPROGRAMM ARGO

Autonome Roboterinstrumente (sogenannte Floats) treiben mit den Meeresströmungen in Tiefen von bis zu 6.000 m und können unterschiedliche Parameter erfassen. Nach dem Auslegen folgen sie einem standardisierten, programmisierten Ablauf, und nach dem Aufstieg zur Oberfläche werden die gesammelten Daten mittels Satellitendienst zu Rechenzentren übertragen, die die Messungen validieren und frei verfügbar machen. Grundsätzlich gibt es drei unterschiedliche Typen von 'Argo Floats', die je nach Typ und Einsatzgebiet, unterschiedliche Einsatzzeiten erreichen und unterschiedliche Parameter erfassen. Derzeit sind weltweit etwa 4.000 dieser Floats aktiv im Einsatz. Die so ermittelten Daten sind nicht nur für die operationelle Ozeanographie und Wissenschaft von Bedeutung, sie geben Einblicke in Tiefseeströmungen, den Klimawandel, den Meeresspiegelanstieg, die Austauschprozesse zwischen Ozean und Atmosphäre und den Zustand von Ökosystemen. Mit den gewonnenen Erkenntnissen können zugleich neue Vorhersagen erstellt und bestehende verbessert werden.

Weiterführende Informationen zu Argo unter:

International: <https://argo.ucsd.edu/>

Europa: <https://www.euro-argo.eu/>

National: https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Beobachtungssysteme/ARGO/argo_node.html

Überdies wurde während IPD 2024, im Rahmen der Kooperation mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), das globale Ozeanbeobachtungsprogramm Argo unterstützt. Dazu wurden Argo-Floats des BSH ausgelegt, um die Funktion dieses weltumspannenden Messnetzes zur Erfassung wissenschaftlich relevanter Umweltdaten aufrechtzuerhalten bzw. auszubauen. Diese Daten sind nicht nur für die militärische und zivile Seefahrt oder die Modellierung der Ozeane relevant, sondern ebenso für die Erforschung der Weltmeere, für die Klimaforschung und damit auch dem Umwelt- und Klimaschutz. Zusammengefasst zeigt dieses IPD sehr deutlich den Bedarf der Marine an weltweiten Geoinformationen, sowie die Leistungsfähigkeit, Vielseitigkeit und Bedeutung der GeoInfo-Unterstützung in den verschiedensten Facetten. Ob nun taktisch-operativ, zum Schutz von Personal und Material, in der Forschung und Entwicklung oder auch im Umwelt- und Klimaschutz. Überall sind Kompetenzen und Fähigkeiten aus den 18 Fachdisziplinen des GeoInfoDBw von Relevanz und nachgefragt. Durch die direkte Teilnahme von GeoInfo-Fachpersonal wurde der Leitsatz „Geoinformationen aus einer Hand“ nicht nur sinnbildlich verwirklicht, sondern vorgelebt und bekräftigt. Wir messen und liefern nicht einfach nur Daten, wir stellen daraus bedarfsgerechte Produkte und Beratungen für militärische Vorhaben in allen Dimensionen bereit, natürlich mit soliden militärischen Kenntnissen und einem starken wissenschaftlichen Fundament. Darüber hinaus leisten wir auch einen wichtigen Beitrag zu Forschung, Entwicklung, Klimaschutz und ressortübergreifender Zusammenarbeit, ganz so, wie es einem modernen Dienst gut zu Gesicht steht. Geoinformationsüberlegenheit führt zu Wirküberlegenheit, dafür steht die GeoInfo-Unterstützung weltweit, jederzeit.

GEOFAKTOR VEGETATION – GEBIRGE

Weiterbildung für die GeoInfo-Kräfte des Heeres 2025

OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFAN KOLLER, OBERSTLEUTNANT KAMILA NOWAK, OBERSTLEUTNANT MATTHIAS KRÜGER, HAUPTMANN PETER HUBRICH

Die Weiterbildungsreihe „Geofaktor Vegetation“ für GeoInfo-Kräfte des Heeres hat sich in ihrem ersten Vierjahresturnus im Sommer 2025 dem Themenkomplex Gebirge zugewandt und somit das erste Mal seit 2021 den kompletten Turnus durchlaufen. Die diesjährige Weiterbildung „Geofaktor Vegetation – Gebirge“ konnte bei den Gebirgsjägern in Mittenwald realisiert werden und schließt mit den vorherigen Themenkomplexen Offenland (siehe GeoInfo Forum 1/2022), Wälder und gehölzdominierte Vegetation (siehe GeoInfo Forum 2/2023) und Küsten (siehe GeoInfo Forum 1/2025) die erste Weiterbildungsreihe ab.



Bei der **Weiterbildungsreihe „Geofaktor Vegetation“** handelt es sich um eine einwöchige Weiterbildung des Ausbildungskommando Heer vorrangig für GeoInfo-Kräfte des Heeres, die inhaltlich durch das Dezernat Biologie/Ökologie des ZGeoBw ausgestaltet wird und einerseits den Austausch der GeoInfo-Kräfte fördert sowie andererseits zum Geofaktor Vegetation und den Umgang mit speziellen GeoInfo-Daten zu diesem Thema weiterbildet. Das Format besteht aus fachlichen Vorträgen der Biologie/Ökologie, Gastvorträgen unterschiedlicher Truppengattungen, Geländeexkursionen und GIS-Übungen. Die Weiterbildungsreihe „Geofaktor Vegetation“ ist so konzipiert, dass die GeoInfo-Kräfte des Heeres jährlich an dieser teilnehmen können und Wiederholungen nur dort auftreten, wo sie aus didaktischer Sicht sinnvoll sind.

Die Auswirkung von Vegetation auf militärische Fähigkeiten, z. B. Sicht, Tarnung, Bewegung und Wirkung lassen sich meist anhand des Vorhandenseins oder Fehlens von Gehölzen und deren Ausprägung beurteilen. Dieser Unterschied zwischen Offenland und gehölzdominierter Vegetation, der sich in der Ebene zonal oder mosaikartig verteilt darstellt, ist im Gebirge oft auf kleinstem Raum in aufeinander folgenden Höhenbändern ausgeprägt. So erfolgt in Mitteleuropa von der Ebene bis ins Hochgebirge eine Abfolge von Laubwald über Mischwald zu Nadelwald bis hin zur Waldgrenze. Über dieser wird der Wald lichter (bedingt durch niedrigere Monatsmitteltemperaturen) bis zur Baumgrenze. Es folgen Zwergsträucher, alpines Grasland, Fels und schlussendlich eine geschlossene Schnee- bzw. Eisfläche. Je nachdem in welcher Vegetationszone sich ein Gebirge erhebt, unterscheidet sich die Abfolge (beginnend z. B. bereits bei Nadelwald in der Ebene) und die Höhe dieser Bänder. Ein Teil der diesjährigen Weiterbildung beschäftigte sich daher mit dem Ableiten dieser Informationen aus GeoInfo-Daten mittels Geographischen Informationssystemen, z. B. der Klassifikation von bergigem und alpinem Gelände, dem Bestimmen der Höhenbänder unterschiedlicher Landbedeckungsarten in einem Interessengebiet, der Bestimmung der Wald- bzw. Baumgrenzenhöhe und der Analyse von Hangrichtungsunterschieden in der Ausprägung von Bergwäldern.

Durch die Ausrichtung am Standort Mittenwald war es möglich neben Vorträgen zum Leistungsspektrum der Gebirgsjägertruppe und deren Bedarf an Geoinformationen auch einen zielführenden Einblick in die Ausrüstung

der Gebirgsjäger und deren Wandel, in der Lehrsammlung der Gebirgs- und Winterkampfschule zu bekommen. Zugleich bot die Unterbringung in Mittenwald den Vergleich der Vegetation in nördlichen Kalkalpen mit der Vegetation auf Silikaten in den Zentralalpen, wo sich das Exkursionsgebiet (Stubaital) befand. Aus der Vogel- und Datenperspektive wurden die Teilnehmenden am Vortag mit dem Exkursionsgebiet am Talschluss des Stubaitals in Österreich bekannt gemacht, um am Folgetag, die Höhenbänder und deren Vegetation im Aufstieg zur Sulzenauhütte zu durchqueren. Der Länderwechsel zwischen Deutschland und Österreich ermöglichte



△ Abb. 1: Der Zusammenhang zwischen Vegetation und Gebirgen, Ansprache und militärische Beurteilung wurde zuerst theoretisch im Vortrag und am Modell erarbeitet... (Quelle: ZGeoBw/Nowak)

zudem einen Vergleich der jeweils landesgültigen Kartenwerke im Maßstab 1:50.000, deren Vegetationsinformationen mit Karten anderer europäischer Länder verglichen wurde.



Wenn wir **Vegetation als militärischen Geofaktor** betrachten, denken wir in drei verschiedenen Kategorien:

1. Vegetation als Hemmnis/Hindernis (für Bewegung, Sicht und Wirkung)
2. Vegetation als Zeiger für standörtliche Gegebenheiten (z. B. feuchte oder organische Böden)
3. Vegetation als Ressource (z. B. als Nahrung oder Baumaterial)

Alle drei Kategorien werden in den jeweiligen Weiterbildungen behandelt, wobei der Fokus auf Vegetation als Hemmnis/Hindernis im Rahmen der Geländebeurteilung liegt.

Südwestlich der Sulzenauhütte, nach einem kleinen Aufstieg durch Zwergsträucher und gletschergeschliffene Felsen, öffnet sich der Blick in eine Schotterebene mit Feuchtgebieten, die sich aus der Ferne anhand unterschiedlicher Färbung und aus der Nähe durch das Auftreten der im Theorieteil vorgestellten Zeigerpflanzen ansprechen lässt. Diese Anhöhe wurde für eine geologische Einführung in die Schichtung des Gebirgstocks genutzt, welche zur Beurteilung des Untergrunds für Bewegung der militärischen Kräfte und deren Absicherung führt. Mit einer zusätzlichen Unterrichtung in das Gebirgswetter konnten die zusammenwirkenden Faktoren Gestein, Boden, Klima und Vegetation im Gelände greifbar und erfahrbar vermittelt werden. Die südlichen Föhnwinde konnten das auflaufende Tiefdruckgebiet zumindest zeitweise auf Abstand halten, dies ermöglichte beim Abstieg dann aber doch noch die Erfahrung der Gangbarkeit von feuchtem Gestein und Wurzeln. Zudem wurde der kameradschaftliche und fachliche Austausch der GeoInfo-Kräfte des Heeres beim gemeinsamen Hüttenabend gefördert.

Die Weiterbildungsreihe Geofaktor Vegetation wurde durch das Ausbildungskommando und die teilnehmenden GeoInfo-Kräfte positiv beurteilt und geht in die avisierte zweite Runde.



△ **Abb. 2:** ... und während der Geländeexkursion weiter vertieft. Der Zustieg zur Sulzenauhütte in den Stubaier Alpen erlaubte den Teilnehmenden die Durchquerung der in der Theorie behandelten Vegetation, die sich mit zunehmender Höhe ändert. (Quelle: ZGeoBw/Nowak)



△ **Abb. 3:** Dauerfeuchte Böden lassen sich mittels Zeigervegetation auch im alpinen Gelände durch veränderte Färbung erkennen, wenn man weiß wonach man zu suchen hat. (Quelle: ZGeoBw/Nowak)

„GRÜNE“ METOC-AUSBILDUNGSWOCHE ODER: WETTERFRÖSCHE IN IHREM NATÜRLICHEN HABITAT

OBERSTLEUTNANT OLIVER GRANTZ

Auch dieses Jahr fand wieder die einwöchige grüne Ausbildungsübung im Bereich METOC auf dem StÜbGel Neu-Lindach statt. Hierbei sollte das theoretisch erlernte Wissen der angehenden Wetterbeobachterinnen und Wetterbeobachter und Flugwetterberaterinnen und Flugwetterberater in die Praxis umgesetzt werden. Schwerpunkt hierbei war die Ausbildung an den mobilen Messsystemen und das Üben von einsatzrealistischen Notbetriebsverfahren. Ob Beamtinnen und Beamte oder Soldatinnen und Soldaten, alle mussten mit anpacken.

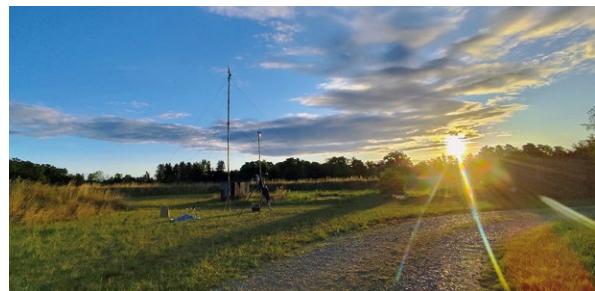
Alles begann mit der Vorbereitung, bei der neben der Erstellung des obligatorischen Stabsbefehls, weit im Vorfeld auch die ersten Unterstützungsabsprachen getroffen und -anfragen gestellt werden mussten. Hierzu zählte die Unterstützung des AeroMZg Kümmersbruck, welcher nicht nur mit Personal, Fachgerät sowie weiterem notwendigen Material unterstützte, sondern auch bei der Übungsvorbereitung. Hierzu zählten u. a. die Anträge zur Luftraumsperrung über dem Übungsgelände und der Frequenznutzung aber auch die Anforderung von Zusatzmaterial wie Radiosonden, Ballons oder dem notwendigen Helium und dessen Verbringung nach Fürstenfeldbruck. Das Anfertigen eines HelQuest, auch wenn der erste Gedanke beim HelQuest ein anderer sein mag, handelt es sich hierbei um eine Anfrage auf Hubschrauberunterstützung (Helikopter), war schnell erstellt und an KdoHubschr gesendet. Denn um den angehenden Wetterbeobachtenden und Flugwetterberatenden ein möglichst realitätsnahes Bild für die Ausbildung bieten zu können, mussten reale Bedarfsträger an der Übung teilnehmen und hierzu gab es nichts Geeigneteres als eine Hubschraubercrew samt fliegendem Waffensystem. Nachdem auch die Verpflegung, die Schlafmöglichkeiten in Form von Feldbetten sichergestellt und das Übungsgelände übernommen war, konnte es dann am Montag, den 21. Juli 2025 losgehen.

Während die angehenden Beobachtenden, aus der MFA24 und RSAw24, bereits am Vormittag die mobilen Messstationen, welche z. T. erst in der Vorwoche aus der Kalibrierung zurückgekommen waren, auf die Fahrzeuge verladen und im Anschluss auf das Übungsgelände verlegten, waren die angehenden Flugwetterberatenden aus dem Training „Erwerb der Berechtigung Flugwetterberatung“, noch mit der Erstellung von Local Area Forecasts im Klassenraum gefordert.



△ Abb. 1: Ausbildung nach dem Aufbau an der HMMS (Quelle: ZGeoBw/Lehre/Ausbildung II. Inspektion)

Hier kam dann der Befehl zum Beziehen des Einsatzraumes gegen Mittag, wo dann zugleich die mobile Beratungsausstattung aufgeladen und anschließend auch im Übungsgelände untergezogen wurde. Die Beobachterinnen und Beobachter hatten zu diesem Zeitpunkt schon die Hochmobile Meteorologische Messstation (HMMS) unter fachmännischer Anleitung von HptFw Kugler und RHS'in Mühlhoff aufgebaut und waren nun damit beschäftigt die Taktische Meteorologische Messstation (TacMet) zu errichten. Die Beraterinnen und Berater zogen mit Ihrem kompletten Satz NinJo-Mobil, bestehend aus der NinJo-Workstation, dem dazugehörigen Client-Laptop und einem weiteren autarken Laptop in einem Schalter unter. Somit standen den Beratenden hier drei Arbeitsplätze zur Verfügung.



△ Abb. 2: Aufgebaute TacMet im laufenden Betrieb (Quelle: ZGeoBw/Lehre/Ausbildung II. Inspektion)

Nachdem die neue Satellitenempfangsanlage auf dem Dreibein aufgestellt und auf einen speziellen Satelliten ausgerichtet war, konnten die benötigten Wetterdaten empfangen werden. Dies stellte sich jedoch als nicht so trivial heraus, da in der „Line of Sight“ eine Baumreihe die Verbindung zum Satelliten verhinderte. Also musste die „Schüssel“ umgestellt werden, um im

richtigen Azimut eine Lücke im Blätterdickicht auszunutzen, damit die benötigte Empfangsstärke erreicht werden konnte. Nachdem dies erledigt war, hieß es zurück an die NinJo-Clients, Dateneingang überprüfen und Arbeitsbereitschaft herstellen. Es folgte nun eine kurze Lageeinweisung und Befehlsausgabe. Jetzt konnten die Vorbereitungen beginnen, um die geforderten Beratungsaufträge für die nächsten Tage sicherzustellen. Während dessen hatten die Wetterbeobachtenden auch die TacMet aufgebaut, in Betrieb genommen und es konnten die ersten Messdaten abgelesen, in ihre eigens erstellten Listen und den Wittertagesbogen eintragen werden. Nachdem IOC gemeldet wurde ging der erste Tag der Geländeausbildungswoche zu Ende.



△ **Abb. 3:** Einweisung in die Besonderheiten der aerologischen Fachtechnik (Quelle: ZGeoBw/Lehre/Ausbildung II. Inspektion)

Am zweiten Tag wurde die Beobachtung wieder aufgenommen und die Flugwetterberatung stellte fest, dass während der Nacht der Dateneingang abgebrochen war. Während der Fehlersuche wurde berichtet, dass in der Nacht ein Reh die Satellitenschüssel als Kratzbaum benutzt und somit verstellt hatte. Also abermals auf den Satelliten ausrichten und der Empfang war wieder sichergestellt. Währenddessen wurde bei den Beobachtenden die HMMS abgebaut und an einem anderen Standort wiederaufgebaut, um notwendige Abläufe zu verstetigen. In der Zwischenzeit erreichte StFw Stricker vom AeroMZg Kümmersbruck das Übungsgelände mit dem zur Durchführung von Radiosonden-Aufstiegen notwendigen Material.



△ **Abb. 4:** Kurz vor dem Radiosondenaufstieg (Quelle: ZGeoBw/Lehre/Ausbildung II. Inspektion)

Sodann erfolgte der Aufbau der Radiosondenbodenstation unter Anleitung von StFw Stricker. Hierzu gehörte neben der komplexen halbautomatischen Ballonfüllanlage auch die Empfangsanlage zum Erhalt der meteorologischen Parameter der Sonde während des Aufstieges. Nach dem Abschluss des Aufbaus konnte um 1300 local die erste Radiosonde gestartet werden, um die ersten Messwerte aus der Atmosphäre zu erhalten. Gegen 1400 local war es dann soweit, der EC-135 Hubschrauber mit dem Callsign NOBL13, welche für zwei Tage durch das TrspHubschrRgt 30 als Unterstützung zur Seite gestellt wurde, konnte auf dem Außenlandeplatz, unter Zuhilfenahme von Signalrauch zur Kennzeichnung, landen. Trotz der gültigen Wetterberatung durch die GeoInfoBSt Niederstetten, waren nun die angehenden Flugwetterberater gefordert und mussten den Luftfahrzeugführern (LFz-Fhr) die Wetterlage erklären und ihnen die Wetterbedingungen als auch möglichen Hazards im Einsatzraum (ca. 40 NM Umkreis) aufzeigen. Hierzu standen den angehenden Wetterberatern ausschließlich das GGS-NinJo zur Verfügung und nicht wie im Grundbetrieb noch zusätzlich das Intra- und Internet. Nach einer Einweisung durch die LFz-Fhr, konnten die ersten Auszubildenden in der EC-135 Platz nehmen und den Auszubildenden ein Bild geben, wie sich das Wetter aus Sicht der Hubschrauberbesatzung darstellt und „anföhlt“ im Gegensatz zu den am Boden wahrgenommenen Parametern. Außerdem konnten die angehenden Flugwetterberatern die zuvor getätigten Vorhersagen verifizieren, indem festgestellte Abweichungen identifiziert wurden und anschließend Ursachen hierfür erkannt und sich für künftige Wetterberatungen gemerkt wurden. Ein besonderer Höhepunkt hierbei ergab sich für Frau HptGefr Dessau. Während eines Wettererkundungsflugs wurde sie durch den InChef II. Inspektion zur StUffz FA befördert.

Am dritten Ausbildungstag begann der Dienst erst am späten Vormittag, da der Ausbildungsschwerpunkt an diesem Tag bei der nächtlichen Wetterbeobachtung bzw. der Erstellung von Nachtflugbriefings lag. So wurde nachdem sich alle an der Mittagsverpflegung gestärkt hatten die ersten Messungen für 12:00 Uhr erstellt und die Briefings für den Nachmittag und den Nachtflug vorbereitet. Selbst auf den Umweltschutz wurde penibel geachtet, da keine Getränkepäckchen durch die TrpK geliefert wurden, sondern das Wasser mittels Schöpfkelle aus Speisebehältern verteilt wurde. Um ein tieferes Verständnis für das spätere Aufgabenfeld und für die damit verbundene Verantwortung als Teil des an der Flugsicherheit beteiligten Personals zu erzeugen, konnte auch an diesem Tag, dank der Unterstützung der EC-135, das angehende Beobachter- und Beratungspersonal wieder Wettererkundungsflüge durchführen. Für die am Boden gebliebenen wurde die Nutzung der mobilen Geräte weiter beübt, kleine Lagen eingespielt und Abläufe trainiert, um somit die Handlungssicherheit im künftigen Aufgabenfeld zu erhöhen. Weiterhin wurde durch StFw Stricker eine erste Einweisung auf dem Messgerät „Kestrel“

gegeben. Dieses Messgerät ist äußerst kompakt und leicht transportabel und dient zur ersten Einschätzung der Wetterparameter (z. B. auf einer kurzzeitigen behelfsmäßigen Feldlandebahn), darf aber aufgrund der fehlenden Kalibrierung nicht für amtliche Wettermeldungen genutzt werden. Mit der einsetzenden Dämmerung und Übergang zur Dunkelheit wurden dann im Bereich die künstlichen Lichter gedimmt, um den Beobachtenden die Möglichkeit zu geben, ihre Augen an die Dunkelheit zu adaptieren. Während der Nachtstunden wurde dann unter den erschwerten Bedingungen die Wetterbeobachtung durchgeführt und den Auszubildenden aufgezeigt mit welchen Herausforderungen nach Sonnenuntergang umzugehen ist. Ein weiterer Höhepunkt war die Nutzung einer Restlichtverstärker Brille. Nach einem theoretischen Unterricht über die Funktionsweise und einer kurzen praktischen Einweisung auf das Gerät, konnten die Teilnehmenden das Nachtsichtgerät (NVD) für die weiteren Übungsaufgaben nutzen. Die Erkenntnis wie viele Details und Konturen durch dieses Hilfsmittel trotz Dunkelheit erkennbar waren, erstaunte dann doch den ein oder anderen Übungsteilnehmenden. Da wurde auch gerne übersehen, dass unter Nutzung der NVD nur ein 2D-Sehen möglich war. Gegen 24:00 Uhr wurde dieser Ausbildungsabschnitt mit einem kleinen Imbiss, in Form eines Mitternachtsgrillens beendet.

Am Donnerstag, den vierten Ausbildungstag, wurde der Dienstbetrieb unter Einhalten der Ruhezeiten wieder aufgenommen und die Ausbildung am mobilen Gerät fortgesetzt. Nach der Erstellung der Flugwetterberatung für die Rückverlegung der EC135, verabschiedete sich die Crew der NOBL13 mit einem Überflug über das Übungsgelände und trat danach den Rückflug nach Niederstetten an, wo bereits weitere Aufträge auf sie warteten. Nun wurde begonnen die mobile Beraterausstattung, trotz widriger Wettereinflüsse, abzubauen und zu trocknen. Nach Verbringung der Geräte zurück in den Bereich Lehre/Ausbildung in Fürstenfeldbruck war für die angehenden Beraterinnen und Berater der lehrreiche Aufenthalt auf dem Übungsgelände beendet. Die Beobachtenden waren indes weiter gefordert Wetterbeobachtung durchzuführen und Meldungen abzusetzen und dies unter den kritischen Augen der Ausbilder. Nun war es soweit auch das aerologische Messgerät abzubauen und zu verpacken, so dass StFw Stricker die Rückfahrt nach Kümmersbruck antreten konnte.

Am Freitag stand dann Abbau und Verpacken des restlichen meteorologischen Messgerätes auf dem Dienstplan. Nachdem sämtliches Material wieder nach Fürstenfeldbruck zurückgeführt und die Vollständigkeit festgestellt wurde, konnten die Beobachterinnen und Beobachter nach erfolgreichen und fordernden Geländetagen in das Wochenende verabschiedet werden. Damit endete eine äußerst erfolgreiche und spannende praktische Ausbildungswoche.

Ein großer Dank an dieser Stelle nochmals allen externen Unterstützenden. An den AeroMZg Kümmersbruck welcher uns sowohl mit Material als auch dem einsatz-

erfahrenen Wetterbeobachter StFw Stricker unterstützt hat. Besonderer Dank dem Transporthubschrauberregiment 30, welches den Leiter der GeoInfoBSt, OTL Beimforde, als Personalunterstützung über diese eine Woche hinaus zur Ausbildung der Flugwetterberaternden zur Verfügung gestellt hat. Darüber hinaus wurden uns eine EC135 nebst Fluglehrer und einem in der Weiterbildung befindenden LFz-Fhr für über zwei Tage zur Unterstützung bereitgestellt und für diesen praktischen Ausbildungsanteil eine enorm gewinnbringende Bereicherung war.

VIELEN DANK.



△ Abb. 5: Getreu nach dem Motto: „Ohne Mampf kein Kampf!“
(Quelle: ZGeoBw/Lehre/Ausbildung II. Inspektion)



△ Abb. 6: Wolkenverifikation und Niederschlagsbeobachtung aus der Luft (Quelle: ZGeoBw/Lehre/Ausbildung II. Inspektion)



△ Abb. 7: Verabschiedung der übenden Truppe durch EC-135 im Hintergrund (Quelle: ZGeoBw/Lehre/Ausbildung II. Inspektion)

KONSOLIDIERUNG DER IT IM GEOINFODBW – EIN AKTUELLER ZWISCHENSTAND

OBERSTLEUTNANT RAINER SUHR

ZIELE, HINTERGRÜNDE UND FORTSCHRITT IM PROGRAMM

Eine reaktionsfähige und stabile IT-Infrastruktur und IT-Systeme sind wichtiger denn je geworden. Wir bewegen uns in einem hoch sicherheitskritischen Umfeld, betrachtet man in diesem Zusammenhang die jüngsten Cyberangriffe an deutschen und europäischen Flughäfen. Umso wichtiger ist es, dass der GeoInfoDBw mit dem Programm LE1 IT-U GeoInfoDBw den ersten Schritt in Richtung einer zukunftsfähigen, leistungsstarken und resilienten IT macht. Wir befinden uns mitten im Transformationsprozess, zahlreiche parallellaufende Projekte versuchen technisch den Balanceakt zu meistern zwischen Anforderungen, Bedarfen, Sicherheit und Einsatzbereitschaft.

Es liegen noch etliche Herausforderungen vor uns, bei denen es nun gilt, dass alle Parteien (GeoInfoDBw, BAAINBw, BAIUDBw und BWI) ihren Beitrag leisten und aktiv mitwirken, um dieses Programm und seine Projekte erfolgreich abzuschließen.

DER HARDWARE ROLLOUT GEHT WEITER

Im Rahmen des Programms LE1 stellt das Teilprojekt TP03 „Ausstattung“ neue Arbeitsplatz-Clients (APC) für den gesamten GeoInfoDBw bereit. Die bisher genutzten „grünen“ Fachtechnik-Clients auf Basis von CPM-Realisierungen werden durch moderne APCs nach HERKULES-Standard ersetzt. Damit geht auch der Betrieb in die Verantwortung der BWI über.

Nach einer kurzen Sommerpause aufgrund des Wechsels des Logistikdienstleisters bei der BWI, schreitet der Rollout in den Dienststellen des GeoInfoDBw seit September 2025 nun in mehreren Wellen voran. Jede Rollout-Welle wird durch ein Informationspaket begleitet – bestehend aus einer E-Mail und einer Veranstaltung – mit dem Ziel, dass alle betroffenen Nutzenden rechtzeitig und umfassend informiert sind. Durch Verzögerungen bei der Umsetzung der Teilprojekte TP11-01 MOPsNet und TP16 NinJo werden zunächst nur die Rechner mit dem Anteil „Geospatial“ in der Rolloutplanung berücksichtigt.

Die Welle 2 im ZGeoBw wird auf Grundlage der Struktur 2026 neu ausgeplant. Die Zeit wird auch genutzt um die IT-Infrastruktur und hier insbesondere das Netzwerk/LAN ZGeoBw in all seinen Komponenten zu ertüchtigen und weitere offene Fragen und Herausforderungen zu klären.

Rolloutinformationen finden Sie auf dem Wissensportal: <https://teams.ecm.bundeswehr.org/portale/P5609413020/SitePages/Entwurf-Rolloutinformationen.aspx>

NEUES TEILPROJEKT – NEUE WEGE: OPEN STREET MAP

Mit dem TP22-13 Open Street Map (OSM) ist im Juli 2025 ein weiteres Teilprojekt im Programm LE1 gestartet. Die Open-Source-Plattform Open Street Map dient dem ZGeoBw als Quelle für die GeoInfo-Datengewinnung – etwa zur Ersterfassung, Aktualisierung vorhandener Daten und Bereitstellung von Hintergrundkarten (eGI Vector BaseMap). Ziel des Projektes ist es, die Anwendung in den technischen Applikationsbetrieb der BWI zu überführen.

Besonders hervorzuheben ist das neue Vorgehen zur Anforderungsaufnahme, welches in einem Workshop zur Anwendung kam. Die Anforderungen wurden nutzerzentriert mittels sogenannter User-Stories erarbeitet. Eine User-Story beschreibt aus Sicht der späteren Nutzenden eine Funktion der Anwendung, ergänzt durch Akzeptanzkriterien, die definieren, wann die User-Story als erfüllt gilt.

Unterstützt wird das Projekt TP22-13 OSM hierbei durch das interne Consulting Team der BWI, welches sich explizit zu dem Thema Anforderungen in der frühen Projektphase engagiert.

Dieses Vorgehen fördert ein gemeinsames Verständnis der Anforderungen, soll die spätere Umsetzung erleichtern und liefert obendrein Abnahmekriterien für die Migration.

WEITERE TEILPROJEKTE IM PROGRAMM LE1

Derzeit befinden sich folgende Teilprojekte in der Umsetzungsphase:

Geospatial:

TP18 GISPortal, TP22-06 FaProVis (ehemals Caching und ArcGIS Server, TP21-13 DB-Weltweit, TP22-04 FME Server, TP21-15 ProSuite, TP22-13 Open Street Map, TP33 Testbed

METOC:

TP06 FMZ, weiterhin auf on Hold sind - TP11-01 MOPsNet, TP16 GGS/NinJo

Es wird derzeit versucht einen IT-fachlichen Betrieb abzugrenzen und bei der BWI zu realisieren. Dieser soll u. a. entstandene MISS-Anteile in den unterschiedlichen Anforderungsaufnahmen beseitigen und eine Realisierung der Migration ermöglichen.

Mit dem Ziel der Überführung in die BWI Betriebsumgebung starten im November 2025 weitere zwei Teilprojekte im Programm:

- Das TP14 Satellitendatenverarbeitungsanlage (SaDaVa) zur Datensammlung von polarumlaufenden und geostationären Wettersatelliten und zur Versorgung der Bw sowie einiger NATO-Dienststellen mit entsprechenden GeoInfo-Produkten.
- Das TP27 GNSS-Informations- und Beobachtungssysteme der Bundeswehr (GIBSBw), welches dem zentralen Monitoring und der zentralen Integritätsprüfung von GNSS (Global Navigation Satellite Systems) Systemen dient.

ÜBERGREIFENDE ZUSAMMENARBEIT IM PROGRAMM

Die hohe Komplexität des Programms und seiner Projekte bedarf eines fortwährenden Austauschs nach außen, sowie innerhalb des Programms. Hierzu wurden gemeinsam durch ZGeoBw, BAAINBw und BWI verschiedene Aktivitäten angestoßen:



△ Abb. 1: BWI Bonn Auermühle – Multiplikatorennetzwerk (Quelle: ZGeoBw/Suhr)

Im Juni 2025 wurde mit einer Kick-Off Veranstaltung das Multiplikatorennetzwerk des Programms LE1 ins Leben gerufen. Die Netzwerkmitglieder (BMVg, BAAINBw, GeoInfoDBw, KdoCIR) haben sich engagiert über ihre Rolle und ihre Aufgaben als Multiplikatoren ausgetauscht. Das Multiplikatorennetzwerk dient als Kommunikationsbrücke zwischen dem Programm LE1 und den zukünftigen Nutzern, insbesondere im GeoInfoDBw. Ziel ist es, Akzeptanz zu fördern, Vertrauen aufzubauen und sicherzustellen, dass die Perspektiven der Nutzer frühzeitig in die Umsetzung mit einfließen. Das Netzwerk trägt dazu bei, Transparenz zu schaffen, die Zusammenarbeit zu stärken und die Umsetzung des Programms aktiv zu unterstützen.

Das Netzwerk besteht aus engagierten Mitarbeitenden aus verschiedenen Organisationsbereichen, die eine Schlüsselrolle übernehmen: Sie informieren ihre Bereiche über aktuelle Entwicklungen im Programm, neh-

men Fragen und Anregungen auf und leiten diese an die Programmverantwortlichen und das Veränderungsmanagement weiter. Gleichzeitig stehen sie als direkte Ansprechpersonen in ihren Organisationsbereichen bzw. Einheiten zur Verfügung.

In regelmäßigen Netzwerktreffen tauschen sich die Multiplikatoren aus, entwickeln Ideen und besprechen, wie sie ihre Rolle bestmöglich wahrnehmen können.

Informationen zum Multiplikatorennetzwerk sind auf dem Portal Konsolidierung der IT im GeoInfoDBw zu finden (nur intern):

<https://teams.ecm.bundeswehr.org/portale/P5609413020/SitePages/Multiplikatorennetzwerk.aspx>



△ Abb. 2: BWI Bonn Auermühle – OnSite Meeting (ZGeoBw/Suhr)

Neben dem Multiplikatorennetzwerk, das den kontinuierlichen Austausch mit den Nutzenden sicherstellt, setzt das Programm LE1 auf weitere Maßnahmen, um die Zusammenarbeit auch innerhalb des Programms zwischen ZGeoBw, BWI und BAAINBw zu stärken. Hierfür sollen regelmäßige, gemeinsame OnSite-Veranstaltungen die Möglichkeit bieten die Projektdurchführung gemeinsam zu reflektieren, Handlungsoptionen zu diskutieren und Transparenz über Abhängigkeiten zu schaffen. Gleichzeitig dienen sie dazu, Herausforderungen offen anzusprechen, Lösungen zu erarbeiten und Maßnahmen zur Beschleunigung und Verbesserung zu entwickeln.

WISSENSPORTAL, NÜTZLICHE LINKS UND TECHNISCHER SUPPORT

Alle Informationen zum Programm erhalten Sie stets aktuell auf dem Wissensportal mit dem Titel „Portal Konsolidierung der IT im GeoInfoDBw“.

Über den folgenden Link gelangen Sie zum Wissensportal (nur intern):

<https://teams.ecm.bundeswehr.org/portale/P5609413020/SitePages/Home.aspx>

Rückfragen können jederzeit über das Funktionspostfach an das Dezernat GeoInfo Migrationsprojekte gestellt werden: ZGeoBwVI7GeoInfoMigrationsobjekte@bundeswehr.org

LEBENSKUNDLICHES SEMINAR IN YSSELSTEYN

MAJOR FLORIAN HARTMANN

15 Soldatinnen und Soldaten des Zentrums für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw) waren vom 22. bis zum 23. Oktober 2025 unter der Führung von Militärpfarrer Rafael Fermor im Rahmen eines lebenskundlichen Seminars in Ysselsteyn, Niederlande. Ziel des Seminars war es, sich mit den Themen Bestattungs- und Erinnerungskultur zu beschäftigen.



△ Abb. 1: Informationsschild Kriegsgräberstätte Ysselsteyn (Quelle: ZGeoBw/ Hartmann)

In der Nähe der kleinen Gemeinde Ysselsteyn, gleich hinter der deutsch-niederländischen Grenze, liegt eine der größten Kriegsgräberstätten der Welt. Rund 33.000 Kriegstote sind auf der Kriegsgräberstätte Ysselsteyn begraben. Übernachtet wurde in der Jugendbegegnungs- und Bildungsstätte (JBS) Ysselsteyn. Diese bildete den idealen Rahmen für den Seminarteil sowie Verpflegung und Übernachtung.

Am ersten Tag wurde nach dem Beziehen der Unterkünfte eine Teambuilding-Einheit absolviert. Die Soldatinnen und Soldaten wurden in vier Gruppen eingeteilt. Jede Gruppe hatte die Aufgabe, aus Bambusstangen und Gummibändern einen Turm zu bauen. Die Gruppe mit dem höchsten Turm gewann. Der Wettbewerb

war, wie anzunehmen, hart aber kameradschaftlich. Jede Gruppe nutzte unterschiedliche architektonische Ansätze. Am Ende waren alle Türme fast gleich hoch. Das finale Votum der Juri, bestehend aus dem Militärpfarrer und der Seminarleiterin der JBS, war knapp aber fair und für alle nachvollziehbar.

Am späten Nachmittag wurden die Themen Friedhöfe und Sterben im persönlichen Austausch zwischen den Teilnehmenden besprochen und erarbeitet. Vor Abschluss des ersten Tages wurden die Themen Kriegsgräber, Identitätsrecherche nach Fund eines Kriegsgrabes und grundsätzliche Bedeutung von Kriegsgräbern besprochen und diskutiert. Einige Soldatinnen und Soldaten nutzten die Zeit nach dem Seminar, um die Kriegsgräberstätte zu besuchen und erste Eindrücke zu sammeln. Im Rahmen eines Grillabends klang der erste Tag aus. Dieser bot Zeit dafür, dass sich die Teilnehmenden kennenlernen und über das bereits erlebte sprechen konnten.



△ Abb. 2: Teilnehmende LekU beim Besuch der Kriegsgräberstätte Ysselsteyn (Quelle: ZGeoBw/ Hartmann)

Nach dem Frühstück am zweiten Tag ging es intensiv um die Kriegsgräberstätte Ysselsteyn. Entstehung und Geschichte der Anlage sowie die grundsätzliche Definition von Kriegsgräberstätten und der Unterschied zu Soldatenfriedhöfen wurden durch die Seminarleiterin der JBS erläutert. Im Rahmen einer Gruppenarbeit erarbeiteten die Teilnehmenden die Biografien von vier Toten, die auf der Kriegsgräberstätte beigesetzt sind. Der Großteil des Vormittages war dem Besuch der Kriegsgräberstätte gewidmet. Ziel des Besuches und der Führung war es, diesen besonderen Ort aus verschiedenen Perspektiven zu erleben und zu erfahren. Dabei ging es nicht nur um die flächenmäßige Größe oder die Anzahl der Grabstätten, sondern vor allem um die Geschichten derjenigen, die auf der Kriegsgräberstätte beigesetzt sind. Wichtig zu wissen ist, dass nach

dem Zweiten Weltkrieg die Niederlande die Kriegsgräberstätte in Zusammenarbeit mit den USA unter Beachtung der Genfer Konventionen angelegt hat. Der Ort wurde von den Niederlanden gewählt, da er dicht an der Grenze zu Deutschland liegt und das Gebiet rund um die Kriegsgräberstätte nicht dicht besiedelt ist, so dass die Stätte „versteckt“ werden konnte. Ysselsteyn war auch kein Ort im Zweiten Weltkrieg, an dem es zu einer großen Schlacht kam. Nach Ysselsteyn wurden deutsche Soldaten des zweiten Weltkrieges umgebettet, die in den Niederlanden gefallen sind. Außerdem fanden rund 40 deutsche Soldaten des Ersten Weltkrieges ihre letzte Ruhe in Ysselsteyn. Außerdem liegen dort deutsche Zivilistinnen und Zivilisten, die im Rahmen des Zweiten Weltkrieges in den Niederlanden getötet wurden. Ebenfalls dorthin umgebettet wurden Kollaborateure, die mit den Deutschen zusammengearbeitet aber nicht unbedingt die deutsche Staatsbürgerschaft innehatten.

Entsprechend vielschichtig, verschieden und unerwartet waren die Viten der Personen, deren Gräber im Rahmen der Führung hervorgehoben wurden. So wurde das Grab eines Säuglings besucht, der nur ein Tag alt wurde. Es wurden aber auch Gräber von deutschen Soldaten aufgesucht, die während der Kampfhandlungen in den Niederlanden gefallen sind. Hier wurden die am Morgen erarbeiteten Viten durch die Teilnehmenden vorgestellt. Ebenfalls wurde von der Seminarleiterin die Gräber zweier Kriegsverbrecher oder von Niederländern gezeigt, die sich den Deutschen im zweiten Weltkrieg angeschlossen hatten.

Allen Teilnehmenden war am Ende des zweiten Tages eines bewusst: Die Kriegsgräberstätte Ysselsteyn mit ihren rund 33.000 Gräbern und Kreuzen, die alle gleich aussehen, alle in Reihe und Glied in gleichgroßen Parzellen angeordnet sind, ergeben zwar ein Bild der Konformität, aber wenn sich mit den Gefallenen auseinandergesetzt wird, dann entstehen Differenzierungen.



△ Abb. 3: Kriegsgräberstätte Ysselsteyn (Quelle: ZGeoBw/Hartmann)

25 JAHRE ALS SOLDAT AM BODEN FÜR DIE (GEOINFO-)UNTERSTÜTZUNG IN DER LUFTWAFFE

OBERSTLEUTNANT MANUEL KEIL

Als Rekrut trat Stabsfeldwebel Ertel im Herbst 2000 seinen Dienst in der Bundeswehr an, heute ist er aus der Simulationsunterstützung des GeoInfoDBw nicht mehr wegzudenken und erhielt im September 2025 als Sachgebietsleiter im ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw seine Urkunde für 25 Jahre Dienst in der Bundeswehr.

Seinen Einstieg in die Bundeswehr fand SF Ertel beim 2./Schweren Pionierbataillon 330 in Speyer. Schnell mit schwerem Gerät, Technik und Einsatz des Faltstraßengerätes vertraut, wurde seine Einheit mit dem Umbau des alten Munitionslagers in Büchel beauftragt, welches heute die Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr darstellt. Seine weiteren beruflichen Möglichkeiten bei der Bundeswehr, mit Bodenhaftung sah er aber zukünftig für die Luftwaffe: 2001 wechselte SF Ertel als Obergefreiter zum damaligen JaboG 33 in die 2. Fliegende Staffel nach Büchel. Die regionale Verwendung, und ein technik- und einsatzbereites Umfeld bei „dem“ Allwetterkampfflugzeug der Bundeswehr TORNADO, waren für ihn Garanten für ein abwechslungsreiches, modernes Aufgabenspektrum. Der Ausbildung zum Flugbetriebsoldaten und später zum Flugbetriebsfeldwebel folgte noch die Qualifizierung zum Fotolaborant-Unteroffizier. Hier lagen dann auch die ersten Bezüge zur Navigationsunterstützung vor: Neben der

Entwicklung von Filmen aus den Aufklärungspods des TORNADO gehörte auch die Erstellung und Arbeit mit den für die Navigation erforderlichen Luftfahrtkarten zu seinen Aufgaben. Seine ersten Aufgaben in der Navigationsunterstützungszentrale „NavUZ“ war die Bearbeitung von LFID-Daten mit An- und Abflugverfahren. Später stellte sich SF Ertel dann weiteren beruflichen Herausforderungen und Veränderungen: Weiterqualifiziert als IT-Feldwebel fand er seinen Einstieg in die digitale Welt der Simulationsunterstützung und sorgte mit der Pflege und Erstellung von virtuellen Welten für eine zielorientierte Ausbildung der Piloten im Simulator. Gleichzeitig stellte die NavUZ ab 2013 aber auch den Nukleus des dann aufgestellten ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw als Dienststelle des GeoInfoDBw in der Lw dar.

In der realen Welt der Einsätze der Bundeswehr leistete SF Ertel von 2009 bis 2016 mehrmals bei ISAF und RSM seinen Dienst als Flugbetriebsfeldwebel für die Waffensysteme CH-53, TORNADO, C-160 und HERON. Mit insgesamt knapp 500 Einsatztagen zählt er zu den erfahrenen Soldaten dieser Dienststelle.

Heute ist SF Ertel fachlicher Dreh- und Angelpunkt in der Querschnittlichen Datenbasengenerierung. Als regelmäßiger Vertreter des Dezernatsleiters ist er fachlicher Ansprechpartner für die DSt der Simulatoren, unterstützenden Unternehmen und dem BAAINBw. Mit seiner Expertise ist er einer der wesentlichen Vorreiter für die Simulationsfähigkeiten in VBS und gemeinsamer Nutzung von Datenbasen, welche alle Fliegenden Waffensysteme der Bundeswehr TSK übergreifend abdeckt. In seinem Bereich ist auch dank seiner Unterstützung ein junges Team mit Mediengestaltern und Gamedesignern herangewachsen.

Seine Leistungen während dieser langen Zeit in der Bundeswehr wurden durch die Verleihung des Ehrenkreuzes der Bundeswehr in Silber und Gold gewürdigt. Aös Dienststellenleiter bin ich dankbar, mit SF Ertel einen intern und extern anerkannten und geschätzten Kameraden im Team zu haben, und freue mich auf weitere Jahre der erfolgreichen Zusammenarbeit.



△ Abb.1: Gruppenleiter OTL Remke übergibt die Dankurkunde anlässlich des 25-jährigen Dienstjubiläums an SF Ertel. (Quelle: ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw/Werle)

40 JAHRE IN DER BUNDESWEHR – VOM ENDE DES KALTEN KRIEGES BIS HEUTE

OBERSTLEUTNANT MANUEL KEIL

Regierungsoberamtsrat Hans Leo Frank trat bereits 1988 im AWGeophys in den heutigen GeoInfoDBw ein und erhielt im Juli 2025 als Dezernatsleiter im ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw seine Urkunde für 40 Jahre Dienst in der Bundeswehr. Dabei fand der Erstkontakt mit der Bundeswehr noch unter anderen Voraussetzungen statt: 1984 wurde Herr Frank zur 1./Panzerbattalion 153 in Koblenz als Grundwehrdienstleistender für 15 Monate eingezogen. Nach einer zweijährigen Laufbahnausbildung fand er seinen Einstieg im Oktober 1988 als Wetterbeobachter in Traben-Trarbach. Dort erfolgten Verwendungen mit einem Wechsel aus Fachtätigkeiten und auch bereits im Bereich Personaleinsatz, Öffentlichkeitsarbeit und Personeller Mob-Steuerung. Nach erfolgreicher Laufbahnausbildung für den gehobenen Wetterdienst war Herr Frank von 2001 bis 2004 für das AGeoBw am Standort Traben-Trarbach in der Geophysik und Ökologie tätig. In dieser Zeit wurde er bereits temporär in Euskirchen eingesetzt, bevor der offizielle Wechsel dann 2004 erfolgte, wo Herr Frank vier Jahre bei Zentrale Aufgaben S1 für die fachliche Personalsteuerung des mittleren, später dann gehobenen GeoInfoDBw zuständig war, und insbesondere aus dieser Zeit sicherlich noch vielen Lesenden bekannt ist.

Es folgte noch ein Jahr im Dezernat Rüstung, bevor Herr Frank von 2009 bis 2014 die Leitung des Aeroologischen Messzugs in Idar-Oberstein übernahm. Eine Tätigkeit, die insbesondere von den Einsatzerfordernissen geprägt war, ihm aber als Gesamtverantwortlichen auch für und in der Zusammenarbeit mit dem unterstellten Personal als besonders abwechslungsreiche und schöne Zeit in Erinnerung geblieben ist.

Seit September 2014 leistet ROAR Frank seinen Dienst in der Luftwaffe im Zentrum Simulations- und Navigationsunterstützung Fliegende Waffensysteme der Bundeswehr. Zunächst als Dezernatsleiter Digitale Karten begleitete er die Vorgänge zur Digitalisierung der Aero-nautischen Informationsversorgung mit und setzte wesentliche Impulse

in den Prozessabstimmungen mit dem MilAIM-Bereich des ACC in Frankfurt Hausen und Langen. Zudem war er wesentlicher Bearbeiter der Vorgänge zur Zertifizierung der Dienststelle durch den TÜV-Süd nach DIN EN ISO 9001. Heute steht er hierfür in der Gruppe Zentrale Aufgaben als DezLtr QM/QS in besonderer Verantwortung, die er u. a. mit der Erlangung der Rezertifizierung der Dienststelle in 2025 erfolgreich unter Beweis gestellt hat.

Hans Leo Frank ist ein „Urgestein“ des GeoInfoDBw, im Kollegen- und Kameradenkreis über die Eifel und seine bisherigen Verwendungen hinaus geschätzt und angesehen. Er zeichnet sich mit seiner Fachkunde und dem Blick fürs Detail, aber auch der Offenheit gegenüber dem technologischen und organisatorischen Wandel aus. Daher bin ich ihm als Dienststellenleiter für seinen Dienst in der Dienststelle äußerst dankbar. Ich freue mich auf die nächsten Jahre der weiteren Zusammenarbeit, und gratuliere ihm, auch im Namen des LtrGeoInfoZentrLw, sehr herzlich zu diesem nicht alltäglichen Dienstjubiläum.



△ Abb. 1: Dienststellenleiter OTL Keil übergibt die Dankurkunde anlässlich des 40-jährigen Dienstjubiläums an ROAR Frank. (Quelle: ZentrSimNavUstgFlgWaSysBw/Werle)

WIR BETRAUERN

Hauptmann a. D.

Wilhelm Pierau

† 4. Juli 2025

Dezernatsleiter Gebirgskarten/Gebirgsgeographie
Wehrbereichskommando VI München



Am 4. Juli 2025 starb Hauptmann a. D. Wilhelm Pierau einen Tag vor seinem 90. Geburtstag. Er war ein sehr engagierter Offizier des Militärischen Geowesens, der aber auch wegen seines militärgeschichtlichen Wissens ein sehr geschätzter Freund war.

Er wurde am 5. Juli 1935 in Zell/Kreis Alsfeld in Hessen geboren. Ausgebildet wurde er beruflich zum Vermesser, sodass er seinen Dienst ab dem 16. Januar 1958 mit Einzug in die Artillerietruppe beginnen konnte, in der er als Unteroffizier der Vermessungstechnik und Vermessungserkundung eingesetzt wurde. Darüber hinaus nahm er an einem Photogrammeter-Lehrgang teil. Vor allen Dingen als Vermessungsfeldwebel hat er mit großer Anerkennung bis zu 16 Vermessungssoldaten geführt. Auf Grund seiner Qualifikation wurde er in die Laufbahn des Militärfachlichen Dienstes übernommen und zum Vermessungsoffizier ausgebildet. Am 1. April 1972 wurde er zum Leutnant befördert. Als Vermessungsoffizier bei einem Raketenartilleriebataillon leitete er die Vermessungsausbildung und den Vermessungseinsatz. Verbindung erhielt er zum Militärgeographischen Dienst, für den er zusätzlich Vermessungen in Wehrbereich V – Baden-Württemberg durchführte. Hauptmann wurde er am 1. Oktober 1977 mit der Versetzung zum Wehrbereichskommando VI nach München, wo er das Dezernat Gebirgskarten/Gebirgsgeographie übernahm. Da er auch ausgebildet war als Betriebschutzbeauftragter, setzte ihn sein Abteilungsleiter Oberstleutnant Dipl.-Ing. Hafeneder ein zur Überwachung der Reproduktions- und Druckarbeiten bei der Herstellung militärischer Karten. Bis zu seiner Pensionierung am 30. September 1988 hat er dabei engagiert Gutes geleistet.

Wilhelm Pierau war ein vorzüglicher Soldat, der nicht nur die bayerischen Alpen Dank seiner Wanderungen kannte, sondern sich mit Freude der Ski-Ausbildung im Wehrbereichskommando VI widmete. Als Landeskundler habe ich ihn dabei sehr viel begleitet und noch auf meine „alten Tage“ Langlauf-Skifahren gelernt. Leider schafften wir es nicht auf die Zugspitze als Deutschlands höchstem Berg zu wandern. Unsere Freundschaft blieb auch nach seiner und dann meiner Pensionierung mit vielen Kontakten und Wiedersehen erhalten. Wir erkundeten nicht nur den Limes in Bayern, sondern auch die zahlreichen Schlachtfelder der deutsch-napoleonischen Kriege. Besonders lag ihm am Herzen, nachdem er mit Ehefrau und Tochter nach Dittelbrunn bei Schweinfurt umgezogen war, der Ort Bad Kissingen, den der bayerische König Ludwig I. zum Kurort erhob und wo Bismarck später oft zur Erholung war.

Oberstleutnant a. D. Thomas Palaschewski

RAR a. D.
Ludwig Beißel
† 19. März 2025

AWGeophys Abt. Betrieb

Wir nehmen Abschied von Herrn Regierungsamtsrat a. D. Ludwig Beißel, der am 19. März 2025 nach längerer Krankheit im Alter von 89 Jahren verstarb. Er war bis zum Herbst 1999 im Amt für Wehrgeophysik, Abt. Betrieb, in der fachspezifischen Programmierung von Nachfolgeverfahren der numerischen Wetterprognosen für einsatzbezogene Beratungen spezialisiert.

Herr Beißel arbeitete sehr gerne in Traben-Trarbach an seiner Aufgabe. Er war ein allseits geschätzter Kollege, der neben der Fachaufgabe großes Interesse an Natur und Sport hatte. Wer ihn gekannt hat, wird ihn in sehr guter Erinnerung behalten.

Gez. Jan Emmel, LRDir a. D.

„WIR WERDEN DEN VERSTORBENEN EIN
EHRENDES ANDENKEN BEWAHREN.“

LETZTE VERÖFFENTLICHUNGEN DES GEOINFO FORUMS

AUSGABE 1/2025



Multinationale Vermessungsübung iSNEx25 in Litauen	OBERLEUTNANT PATRICK SPIESS
Über Stock und Stein – im Interview mit Regierungsdirektor Dipl.-Geol. Jörg Hermel	REGIERUNGSRÄTIN JULIA DISTELRATH
Interaktiver It-Service ICON-Trajektorien	OBERREGIERUNGSRÄTIN DR. LISELOTTE SCHÜHL, TECHNISCHER REGIERUNGSRAT FRANK FLIMM
Ensemblewettervorhersagen oder „die Vorhersage der Vorhersagbarkeit“	OBERREGIERUNGSRÄTIN DR. LISELOTTE SCHÜHL, OBERREGIERUNGSRAT DR. LARS WIEGAND
Geofaktor Vegetation – Küsten	OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFAN KOLLER, OBERSTLEUTNANT KAMILA NOWAK, OBERSTLEUTNANT SVEN WADITZ, HAUPTMANN PETER HUBRICH
Stellungswahlassistant	OBERSTLEUTNANT CHRISTIAN TREU
Navigieren ohne GPS	MAJOR WINFRIED STOCK, MAJOR RENÉ ANGER, PROFESSOR DR. ING. ANDREAS KNOPP
Konsolidierung der IT im GeoInfoDBw	OBERSTLEUTNANT RAINER SUHR
Politische Bildung des ZGeoBw in Fürth und Nürnberg	HAUPTMANN JULIAN BIRGEL
Trump. Putin. Xi. Die Liberale Weltordnung unter Druck: Die 20. Bensberger Gespräche im Zeichen globaler Machtverschiebungen	OBERSTLEUTNANT SEBASTIAN VAN BREEVOORT

AUSGABE 2/2024



Wie smart ist eigentlich der Terrain Analyst im Jahr 2024?	OBERSTLEUTNANT FRANK ILGENSTEIN
EURETEX 2024	HAUPTMANN STEFAN WACKE
GeoInfo Support für die NATO ISR Force auf Sizilien	HAUPTFELDWEBEL JASCHA WEGENER
Wenn ein Beruf zur Berufung wird – Dr. Heinz Hüttl verlässt nach 20 Jahren das ZGeoBw in den wohlverdienten Ruhestand	OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFFEN SCHOBEL
Veränderungsanalyse	MAJOR GARRELT ONCKEN, HAUPTMANN JULIAN BIRGEL
Erdsystemmodell auf der Wetterskala – ICON-ESM-W	OBERREGIERUNGSRAT DR. LARS WIEGAND, REGIERUNGSDIREKTOR UWE PAUL, CHRISTINE SGOFF, NORA SCHENK
NATO DesGI – Operating off the same map. Geodaten für die NATO in der Bündnisverteidigung	TECHNISCHER REGIERUNGSRAT FRANK STRUWE
METOC-Datenvermittlung in der Bundeswehr	OBERREGIERUNGSRAT DAVID WILLMS
Das Konzept des „Kriegsspiels“ im Rahmen der Kartenversorgung für die Nato-Ostflanke	OBERSTLEUTNANT KLAUS KASPER
Ohne GeoInfo-Unterstützung kein Kampf!	MAJOR JAN NIKLAS NAUROTH, MAJOR ISOBEL RATH
Konsolidierung der IT im GeoInfoDBw	MAJOR RAINER SUHR

AUSGABE 1/2024



Auf die Bücher, fertig, los! Die neue FIST des ZGeoBw	BIBLIOTHEKSAMTFRAU ANDREA CAMPEN
Ausbildung holistisch gedacht im Dreiklang „Zeitenwende – Digitalisierung – Kompetenzorientierte Ausbildung“	OBERSTLEUTNANT KAI SOIKA
Vorsicht bissig! – Die Gefahr lauert unter Steinen	OBERSTLEUTNANT KAMILA NOWAK
Dienst „Mit der Wetterbrille“ – im Interview mit Regierungshauptsekretärin Silke Neumann	REGIERUNGSAMTFRAU JULIA DISTELRATH
International Survey And Networking Exercise 2024 (iSNEx24)	OBERLEUTNANT PATRICK SPIESS
Neue Vorhersagesysteme beim DWD: Sinfony	OBERREGIERUNGSRÄTIN DR. LISELOTTE BACH
WGS 84 – Was ist das eigentlich?	OBERREGIERUNGSRÄTIN DR.-ING. BARBARA GÖRRES UND OBERSTLEUTNANT MARKUS VOGT
Simulation virtueller Reichweiten mit Schallausbreitungsmodellen für den Lärm- und Feldlagerschutz der Bundeswehr	OBERREGIERUNGSRÄTIN ANNE SCHRÖN

AUSGABE 2/2023



Das Ende der NATO-Satellitenbodenstation in Euskirchen	OBERSTLEUTNANT RALF KELLER
Multinational Geospatial Support Group-Coordination Board/Planning and Resources Committee Meeting 2023	LEUTNANT PATRICK SPIESS
Modernizing nato metoc support in the age of big data	LIEUTENANT COLONEL MATTHEW STANLEY
CWIX – Die NATO Interoperabilitätsübung	OBERREGIERUNGSRAT STEFAN STROBEL
Internationaler Austausch und berufspraktisches Training im binationalen Vorhersagedienst	REGIERUNGSOBERINSPEKTORIN SARAH FINDEISEN, JULIA SCHMIDT, REGIERUNGSINSPEKTORANWÄRTER LUKAS VOLLMAR
SMART ANALYST 2023	MAJOR JAN NIKLAS NAUROTH
Das GeoInfo-Datenmanagementsystem im ZGeoBw	OBERSTLEUTNANT CHRISTIAN TREU
Von der Straße auf die Karte	HAUPTMANN CHRISTIAN STROBEL
Wald ist Wald! Ist Wald Wald?	OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFAN KOLLER, OBERSTLEUTNANT KAMILA NOWAK, OBERSTLEUTNANT DR. JOHANNES BRUMME
Untersuchung und Bewertung der potenziellen Waldbrandgefährdung auf dem Balkan basierend auf einer hochaufgelösten Reanalyse des kanadischen Forest Fire Weather Index FWI	OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFAN POLANSKI, IRMGARD KNOP
Weltraumwetter geht uns alle an!	OBERSTLEUTNANT RALF FRITZ
Politische Bildung in Hamburg, Bremerhaven und Wilhelmshaven	OBERSTABSFELDWEBEL ERIK OELMANN
In 43 Dienstjahren um die Welt – im Interview mit Oberst Thomas Feigenspan	REGIERUNGSAMTFRAU JULIA DISTELRATH
Buchbesprechung	DR. THOMAS PALASCHESKI

IMPRESSUM

Herausgeber:
Leiter Geoinformationsdienst der Bundeswehr

Redaktion:
Dezernat Fachpublikationen/Fachinformationsstelle

Anschrift:
Zentrum für Geoinformationswesen
der Bundeswehr -
Dez Fachpublikationen/FachInfoSt
Frauenberger Str. 250
53879 Euskirchen
Tel.: 02251 953 - 4130
FspNBw: 90 3461 - 4130

E-Mail:
ZGeoBwPressearbeit@bundeswehr.org

Stand: November 2025
Druck: G-25_1233

Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht
unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Die
Redaktion behält sich Kürzungen von Artikeln vor.

Diese Publikation ist Teil der Informationsarbeit im
Geschäftsbereich des Bundesministeriums der
Verteidigung.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum
Verkauf bestimmt.



BUNDESWEHR