

GEOINFO FORUM

Mitteilungen des
Geoinformationsdienstes der Bundeswehr



BUNDESWEHR

INHALT

MULTINATIONALE VERMESSUNGSÜBUNG ISNEX25 IN LITAUEN Oberleutnant Patrick Spieß.....	4
ÜBER STOCK UND STEIN – IM INTERVIEW MIT REGIERUNGSDIREKTOR DIPL.-GEOL. JÖRG HERMEL Regierungsrätin Julia Distelrath	9
INTERAKTIVER IT-SERVICE ICON-TRAJEKTORIEN Oberregierungsrätin Dr. Liselotte Schühl, Technischer Regierungsamtsrat Frank Flimm	13
ENSEMBLEWETTERVORHERSAGEN ODER „DIE VORHERSAGE DER VORHERSAGBARKEIT“ Oberregierungsrätin Dr. Liselotte Schühl, Oberregierungsrat Dr. Lars Wiegand	15
GEOFAKTOR VEGETATION – KÜSTEN Oberregierungsrat Dr. Stefan Koller, Oberstleutnant Kamila Nowak, Oberstleutnant Sven Waditz, Hauptmann Peter Hubrich	19
STELLUNGSWAHLASSISTENT Oberstleutnant Christian Treu	21
NAVIGIEREN OHNE GPS Major Winfried Stock, Major René Anger, Professor Dr. Ing. Andreas Knopp	25
KONSOLIDIERUNG DER IT IM GEOINFODBW Oberstleutnant Rainer Suhr	28
POLITISCHE BILDUNG DES ZGEOBW IN FÜRTH UND NÜRNBERG Hauptmann Julian Birgel	31
TRUMP. PUTIN. XI. DIE LIBERALE WELTORDNUNG UNTER DRUCK: DIE 20. BENSBERGER GESPRÄCHE IM ZEICHEN GLOBALER MACHTVERSCHIEBUNGEN Oberstleutnant Sebastian van Breevoort	35
WIR BETRAUERN	37
BISHERIGE VERÖFFENTLICHUNGEN DES GEOINFO FORUMS	38

Titelbild: Die Weiterbildungsreihe „Geofaktor Vegetation“ des Dezernates Biologie/Ökologie des ZGeoBw für GeoInfo-Kräfte des Heeres hat sich zuletzt dem Themenkomplex Küsten zugewandt. (Quelle: ZGeoBw/Jahnke)

MULTINATIONALE VERMESSUNGSÜBUNG ISNEX25 IN LITAUEN

Gewinnung von Geoinformationen zur Verteidigung der NATO-Ostflanke im Fokus

OBERLEUTNANT PATRICK SPIESS

Welche Geoinformationen brauchen Kampftruppen zur Verteidigung der NATO-Ostflanke? Und wo kommen diese her? Darum ging es in der „international Survey Networking Exercise“ (iSNEx) vom 27. März bis 11. April 2025. Im Vordergrund stand dieses Jahr dabei die Suwalki-Lücke, ein strategisch wichtiger Korridor zwischen der russischen Exklave Kaliningrad, Belarus, Litauen und Polen. Das dieses Jahr als Higher Command (HICON) in die iSNEx25 involvierte Multinational Corps North-East (MNC NE), welches real genau für dieses angesprochene Gebiet die Raumverantwortung der NATO hat, beschäftigt sich unter anderem mit den benannten Fragestellungen. So benötigt der Chief Geospatial Officer (CGO) des MNC NE J2 GEOMET zur Sicherstellung der Bewegungsfähigkeit der NATO-Truppen Informationen über den Status von bestehenden

Gewässerüberquerungen sowie Alternativen, aber auch ob die Tragfähigkeit der Brücken potentiellen Truppenverlegungen standhält. Neben diesen beiden Themen ist auch die Überprüfung des geodätischen Grundlagentzernetzes sowie der anhand eines automatischen Prozesses erstellten Navigationspunkte von Relevanz. Bedarfsträger sind neben der Engineer Branch und der Logistic Branch des MNC NE auch die litauische Artillerie mit der Panzerhaubitze 2000. Diese Geoinformationen sind ein Teil des unsichtbaren Rückgrats der NATO Verteidigungsplanung. Damit im Ernstfall auch der Einsatz von Geoinformationskräften reibungslos klappt, müssen diese in ihren Fähigkeiten regelmäßig unter realistischen einsatznahen Bedingungen getestet werden. Dies kann z. B. durch die iSNEx erfolgen. Dadurch werden nicht nur internationale Standards getestet und weiterentwickelt, sondern auch die Zuverlässigkeit von Geodaten für militärische Entscheidungen gesichert.



△ Abb. 1: Gruppenfoto iSNEx25 (Quelle: MN GSG/Spiess)

DIE MULTINATIONALE GEOSPATIAL SUPPORT GROUP

Die [Multinational Geospatial Support Group \(MN GSG\)](#) (interner Link) ist eine multinationale Einheit, mit dem Auftrag, NATO und EU mit Geoinformationen zu unterstützen. Sie ist als Dienststellensegment des Zentrums für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw) am Standort Euskirchen stationiert. Neben den im Reachback zu erbringenden Leistungen stellen einige der derzeit 22 Mitgliedsnationen der MN GSG verschiedene Fähigkeiten auf Abruf zur Verfügung. Eine dieser Fähigkeiten ist die geodätische Vermessung im Einsatz, die durch die jeweiligen nationalen Vermessungsteams gewährleistet wird.



Mit Hilfe der von speziellen Vermessungskräften durchgeführten geodätischen Vermessung können präzise Bestimmungen einer Position in Lage und Höhe auf dem sogenannten Geoid (dem realistischen Modell der Erdoberfläche) erfolgen. Diese Genauigkeiten werden z. B. benötigt, wenn Flughäfen, Luftfahrthindernisse oder Artilleriestellungen oder justiziabel verwertbare Positionen vermessen werden.

DIE ÜBUNGSSERIE INTERNATIONAL SURVEY NETWORKING EXERCISE

Vermessungskräfte der NATO- und EU-Staaten werden in ihren jeweiligen Nationen ausgebildet und ausgestattet. Folglich gibt es Unterschiede in Verfahren, Standardisierung, Ausbildungsstand und Einsatz der jeweiligen Vermessungsteams. Augenscheinlich sind beim Einsatz mehrerer Vermessungsteams aus verschiedenen Nationen nicht nur sprachliche Barrieren zu überwinden. Auch die Zusammenführung verschiedener herstellereinspezifischer Datenformate und nationaler Standards muss sukzessive verwirklicht werden.

Um dies zu üben, wird seit 2017 jedes Jahr eine Vermessungsübung, die iSNEx, durchgeführt. Diese wird durch die MN GSG koordiniert und geplant und in enger Zusammenarbeit mit einer Host Nation (HN) ausgetragen. Der Schwerpunkt liegt auf der Sicherstellung der Interoperabilität sowie dem Wissensaustausch zwischen den einzelnen Nationen. Beginnend im Jahr 2017 in Goose Bay, Kanada, wurde die Übungsserie stetig weiterentwickelt. Wurde am Anfang der Fokus auf das Ausführen einer Vermessungsaufgabe wie z. B. Flugfeldvermessung oder Infrastruktur durch alle teilnehmenden Vermessungsteams gerichtet, handelt es sich mittlerweile um eine in ein militärisches Szenario einge-

bettete und mit Führungs- und Auswertezellen sowie verschiedenen Bedarfsträgern/Auftraggebern aufgebaute Übungsstruktur. In Valcartier nahe Quebec City, Kanada, wurden 2024 genau diese Strukturen und Szenarien geübt. Dort gewonnene Erfahrungen und Erkenntnisse konnten in die diesjährige iSNEx25 in der aus militärstrategischer Perspektive wichtigen Suwalki-Lücke gewinnbringend einfließen.



Die Suwalki-Lücke (auch Suwalki-Korridor, englisch Suwalki Gap), benannt nach der polnischen Stadt Suwalki, bezeichnet das Gebiet beidseits der Grenze zwischen Polen und Litauen. Begrenzt von der russischen Exklave Kaliningrad im Westen und Belarus im Osten bildet der über 65 km Luftlinie verlaufende Korridor die einzige Landverbindung zwischen den baltischen Staaten und den übrigen NATO-Partnern.

VERMESSEN DER SUWALKI-LÜCKE

Vom 27. März bis 11. April 2025 fand die iSNEx25 im Raum Marijampole, Litauen, unter der Führung der MN GSG, dem Bedarfsträger aus dem MNC NE und dem Real Life Support durch das Military Mapping Centre der Lithuanian Armed Forces statt. Die Unterbringung der Übungsteilnehmenden aus zehn Nationen (CAN, CZE, DEU, DNK, ESP, GBR, LTU, NLD, POL, SWE) fand in der Kaserne des Logistikbataillons der litauischen Streitkräfte in Marijampole statt, wo auch die Verpflegung durch eine Truppenküche sowie die Arbeitsräume bereitgestellt wurden. Die Kaserne war insofern bestens für die iSNEx25 geeignet, da die Unterbringung in Containern erfolgte, die Arbeitsräume in einem beheizten Einsatzzelt lagen und so die Übung sehr realitätsnah durchgeführt werden konnte. Neben den Übungsteilnehmenden nahmen außerdem Observer aus DNK, GRC, der Universität der Bundeswehr München Fakultät Bauwesen sowie der Multinationalen Division North-East teil. Als Szenario diente die reale Gefechtsfeldvorbereitung der NATO-Ostflanke mit Fokus auf der Suwalki-Lücke. Zum ersten Mal wurde durch einen realen CGO nämlich dem CGO des MNC NE – drei Geospatial Tasks erstellt. Ihm wurden für den Übungszeitraum quasi als Topographietruppe fiktiv das sogenannte Multinational Topographical Platoon 300, bestehend aus den zehn Vermessungsteams, einer MN Leading Cell und einer MN Exploitation Cell fachlich unterstellt. Daneben wurde ein fiktives Engineer Platoon 200 auf Zusammenarbeit angewiesen, um die Aufträge gemeinsam abzuarbeiten.

Da es sich bei zwei von drei zu bearbeitenden Geospatial Task um keine reinen Geo-Aufträge, sondern um eine Zuarbeit zu Aufträgen handelte, die in Federführung der Pioniere liegen, nahm auch ein Pionierenteam von der Pionierschule des Heeres aus Ingolstadt, sowie ein Pionierexperte von MNC NE JENG an der Übung teil. Ein Beispiel: Das MNC NE benötigt für seinen Verantwortungsraum (AOR) Geoinformationen, um eine bestmögliche Operationsplanung umzusetzen. Demzufolge sollten Statusreports über vorhandene River Crossings in zuvor festgelegten Boxen erstellt und gleichzeitig potentielle alternative River Crossings identifiziert und mit Geoinformationen verifiziert werden. Hier wurde das Zusammenspiel zwischen Pionier- und Geokräften beübt, indem Geokräfte aus der Auswertezelle zuerst potentielle Bereiche innerhalb der festgelegten Boxen für alternative Gewässerüberquerungen anhand von Geofaktoren identifizierten und anschließend die Pioniere diese Bereiche nach einer Erkundung vor Ort aus Sicht eines Pioniers für die Nutzbarkeit bewerteten. Anschließend konnten Vermessungskräfte mittels Drohnen aktuelle georeferenzierte Luftbilder von dem Bereich erstellen, welche anschließend wiederum die Pioniere für den Einsatz des Sonarbots verwendeten. Dieser nahm dann die Gewässertiefe auf, welche mit einem Längsprofil der Vermessenden zusammengeführt und in einem GAP-Report mit weiteren Geoinformationen an den Bedarfsträger überreicht werden konnten.



△ Abb. 2: Sonarbot im Einsatz (Quelle: MN GSG/Spieß)



△ Abb. 3: UAV im Einsatz (Quelle: MN GSG/Spieß)

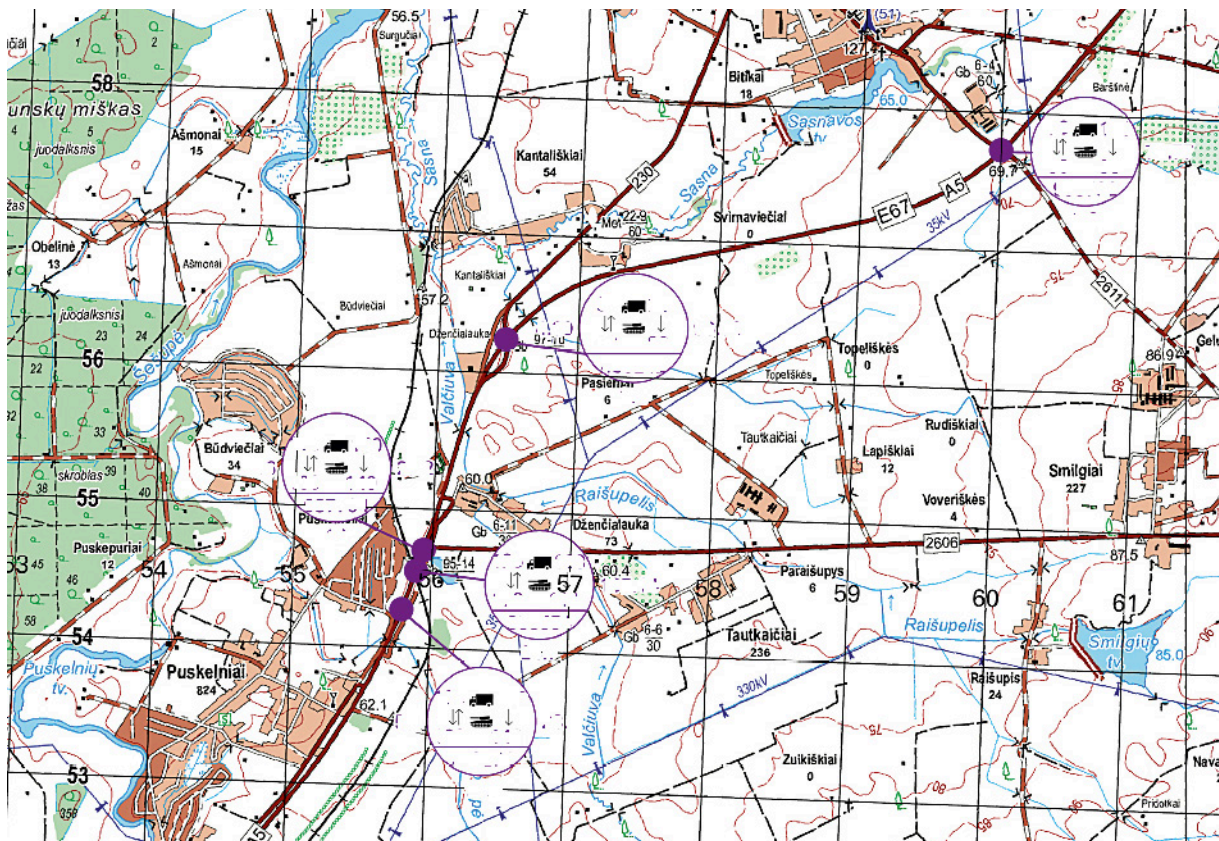
Ein weiterer Bedarf war die Berechnung von sogenannten Military Load Classifications (MLC), die anhand von Brückendaten durch geschulte Pionierkräfte für Brücken berechnet und festgelegt werden können. Diese MLC werden benötigt, um z. B. Routen für militärische Konvois zu planen. Welche militärischen Fahrzeuge können aufgrund des Gewichtes über eine bestimmte Brücke fahren ohne dass diese beschädigt wird oder gar einstürzt? Die Erhebung und Überprüfung der für die Festlegung der MLC benötigten Daten einer Brücke ist kein originärer Geo-Auftrag, sondern obliegt den Pionieren. Jedoch können Vermessende mit ihrer Fachexpertise und Ausrüstung – bspw. zur Erzeugung von 3D-Modellen – einen elementaren Unterstützungsbeitrag leisten. Nach einer fachlichen Einweisung und einem Workshop konnten die Vermessungskräfte Daten für mehr als 60 Brücken aus fünf Untersuchungs-Boxen in nur fünf Vermessungstagen liefern. Bei der Erhebung der wertvollen Daten von den einzelnen Brücken mussten die Vermessungskräfte öfter auf Ihre hochtechnisierte Ausrüstung wie Tachymeter oder GNSS-Receiver verzichten und klassisch auf Zollstock und Distanzmesser zurückgreifen, sowie Skizzen von den einzelnen Bauwerken anfertigen.



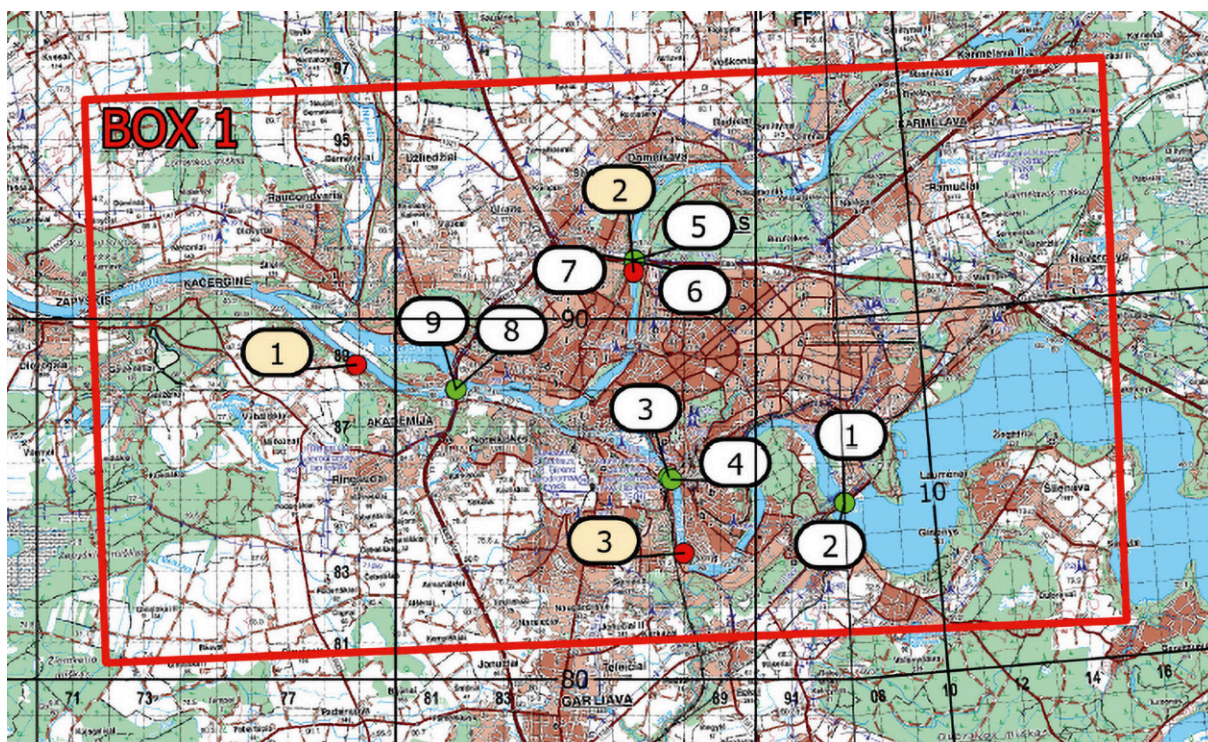
△ Abb. 4: Brückenbesichtigung (Quelle: MN GSG/Spieß)



△ Abb. 5: Vorstellung Laserscanning (Quelle: MN GSG/Spieß)



△ Abb. 6: Road and Bridge Map (Ausschnitt) (Quelle: MN GSG)



△ Abb. 7: Übersichtskarte einer Box mit vermessenen Brücken und alternativen Wasserüberquerungen (Ausschnitt) (Quelle: MN GSG)

Als letzter Auftrag sollten Grundlagentnetz und Navigationspunkte für Artilleriekräfte überprüft werden. Da die Navigationspunkte anhand eines automatischen Verfahrens aus georeferenzierten Luftbildern erzeugt wurden, sollten diese im Gelände auf Position kontrolliert und durch ein NATO standardisiertes Dokument nachgehalten werden. Die Navigationspunkte werden für Artilleriesysteme wie die Panzerhaubitze 2000 benötigt, um bei Ausfall von GPS ihre aktuelle Position verifizieren zu können. Dafür bestimmt man z. B. die Koordinaten eindeutiger Kreuzungspunkte von Straßen. Hier wurden knapp 40 Navigationspunkte in zwei Tagen geprüft und dokumentiert.

Am 3. April 2025 fand der Visitor's Day statt, an dem der Commander MN GSG, Kapitän zur See Frey, und die Übungsleitung, Oberstleutnant Wölfl, die Besuchenden aus GBR, EST und LTU vormittags in die Rahmenbedingungen der diesjährigen Übung sowie die Absichten zukünftiger iSNE einwiesen. Nach einem Mittagessen in Marijampole konnten sich die Besuchenden nachmittags ein gemeinsames Bild von den einzelnen multinationalen Vermessungsteams und der Pionierkräfte bei der Arbeit einholen.

Für die Übungsteilnehmenden gab es neben einem Icebreaker zu Übungsbeginn sowie einem ExSmoker zum Übungsende auch einen Culture Day zum „Bergfest“ bei

dem anhand einer geführten Tour durch den historischen Stadtkern sowie die Festung von Vilnius andere Eindrücke von Litauen als nur Gewässerüberquerungen, Brücken und Navigationspunkte gesammelt werden konnten.

Am letzten Übungstag gab es neben einer Vorstellung der aus den Aufträgen resultierenden GeoInfo-Beratungsunterlagen durch den Head of Leading Cell Major Walasik (OF-3, POL) auch eine kurze Lesson Identified/Lesson Learned der Assessment Cell durch die MN GSG. Der entscheidendere Moment war allerdings die formale Übergabe der Ergebnisse der drei Geospatial Tasks vom Head of Leading Cell an den CGO des MNCNE Lieutenant Colonel Nowacyk (OF-4, DEU). Dieser bekräftigte, wie wertvoll die erhobenen Geoinformationen und der Umfang der Ergebnisse sind.

Über Durchführungsort, -art und -fokus der iSNE26 ist noch nicht entschieden. Aufgrund der positiven Rückmeldung aller Teams hinsichtlich des Mehrwerts der realen Datengewinnung, wäre eine Ausrichtung entlang der NATO-Ostflanke wünschenswert. MNC NE J2 GEOMET bekräftigte nach den bereichernden Erfahrungen und Ergebnissen der iSNE25 bereits, sich gegebenenfalls für eine Vermessungskampagne in Polen nahe der NATO Ostflanke stark zu machen bzw. dies zu forcieren.

ÜBER STOCK UND STEIN – IM INTERVIEW MIT REGIERUNGSDIREKTOR DIPL.-GEOL. JÖRG HERMEL

REGIERUNGSRÄTIN JULIA DISTELRATH

Regierungsdirektor Jörg Hermel hatte vor 27 Jahren mit der Einberufung in den Grundwehrdienst das erste Mal Kontakt mit der Bundeswehr. Nach seinem Studium der Geologie und Paläontologie in Hannover und Braunschweig absolvierte er den Wehrdienst beim Luftwaffenbildungsregiment 1 in Heide und schließlich beim Amt für Wehrgeophysik (AWGeophys) in der Wehrgeologischen Stelle (WGeolSt) in Oldenburg. Hier untersuchte er Böden und Grundwasser von Bundeswehrliegenschaften im Rahmen des Boden- und Gewässerschutzes und erstellte fachspezifische Beiträge zur umweltverträglichen Nutzung von Übungsplätzen. Im Anschluss an zivile Anstellungen in Rostock und Leipzig und zeitgleichen Wehrübungen als Wehrgeologe in der Wehrgeologischen Stelle Münster, trat er 2002 seine Anstellung beim AWGeophys in Traben-Trarbach an. Nach Stationen in der Abteilung Geologie und Umweltberatung, der Geoerkundung sowie der Einsatzgeologie in Traben-Trarbach und später in Euskirchen, wurde RDir Hermel 2014 an die Pionierschule Fachschule des Heeres für Bautechnik und Zentrum Bauwesen nach Ingolstadt versetzt. Seitdem leitet er das dortige GeoInfo-Element „Geoinformationswesen und Umweltschutz“. Zahlreiche Wehrübungen, die Teilnahme als GeoInfoOffz und GeoInfoStOffz d. R. an Auslandseinsätzen der Bundeswehr (KFOR, ISAF, EUFOR RD CONGO, UNIFIL) sowie die Tätigkeit als Leitender GeoInfo-Offizier (LGO) in der Chief Geospatial Section des Headquarter Train, Advise and Assist Command North (TAAC-N) im 19. Deutschen Einsatzkontingent Resolute Support in Afghanistan, prägten seine umfangreichen Kompetenzen als Beamter und Führungskraft im GeoInfoDBw.

Sie haben 1997 Ihr Studium der Geologie und Paläontologie mit einer Diplomarbeit beim Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung über die Schwermineralverteilung in Sedimenten des Flusses Lena/Ost-Sibirien abgeschlossen. War es schon immer Ihr Traum, etwas mit Steinen und Boden zu machen oder wie ist es dazu gekommen?

Nach dem Abitur war ich fest entschlossen, Arzt zu werden und wartete auf einen Studienplatz. Als ein Klassenkamerad von mir – wir hatten beide Erdkunde als Leistungskurs – dann sagte, er würde mit Geologie an-

fangen, habe ich mich ihm kurzerhand angeschlossen und bin letztlich auch dageblieben. Zum Ende des Studiums dann, als es in Richtung Diplom-Arbeit ging, platzte einer meiner Professoren mit den Worten mitten in eine Vorlesung: „Herr Hermel, ich brauche jemanden für eine Diplom-Arbeit. Dazu müssen Sie aber nach Sibirien reisen und die Lena befahren. Sagen Sie mir morgen, ob Sie das machen!“. Das kam vollkommen überraschend, quasi aus heiterem Himmel, und ich musste mir erst mal einen Diercke-Weltatlas (kennt den heute noch jemand?) ausleihen und nachschauen, wo der Fluss Lena überhaupt liegt. Und ganz ehrlich? Das war ein echtes Abenteuer! Denn wer wusste zum Anfang der 90er schon irgendetwas über Sibirien? – so ohne Google, ohne Internet überhaupt. Die Weite des Landes, die riesigen Dimensionen, das lässt sich mit Worten nicht beschreiben. Ich meine, die Lena ist auf unserem Abschnitt zwischen Jakutsk und der Laptewsee an der schmalsten Stelle 2 km breit. Das ist echt irre, wenn man das sieht. Und rückblickend kann ich wohl sagen, dass genau diese Erfahrung meine lebenslange Reise-lust entfacht hat.



△ Abb. 1: RDir Hermel in Tansania (Quelle: Bundeswehr/Hermel)

Nach Ihrem Studium wurden Sie dann in das AWGeophys einberufen. Konnten Sie hier das im Studium Erlernte gleich anwenden und wie erging es Ihnen mit dem Wechsel vom wissenschaftlichen Hochschulstudium zum Wehrdienst in Uniform?

Während des Studiums hatte ich einige Nebenjobs, darunter als „Feldknecht“ in einem Ingenieurbüro für Geotechnik. Von daher konnte ich schon einige praktische Erfahrungen mitbringen und der Einstieg fiel mir relativ leicht. Aber das Schönste, und mir bis dahin völlig unbekannte, war das konsequent gelebte Wort „Dienstschluss“! Als Schüler und Student kannte ich das so in seiner ganzen Konsequenz nicht, da es ja immer etwas zu lernen, vor- oder nachzubereiten gab. Und besonders zum Ende des Studiums, mit Blick auf die anstehenden Abschlussprüfungen, dann verstärkt auch an den Wochenenden.

Gibt es besondere Erinnerungen an Ihre Wehrdienstzeit in Oldenburg?

Auf jeden Fall! Ganz vorn stehen da die tollen Kollegen, mit den ich arbeiten und meine ersten Schritte im „wahren Leben“ der Bundeswehr machen durfte. Als Anekdote fällt mir immer das dienstliche Telefonieren ein: Alle Gespräche gingen über die Vermittlung. In meiner Position, also Gefreiter bzw. Obergefreiter, durfte ich anfangs nur im Ortsnetz von Oldenburg telefonieren, da das noch keine zusätzlichen Gebühren kostete. Alle Gespräche mit Vorwahl mussten angemeldet bzw. von anderen Telefonen aus geführt werden. Und selbst dann kam nach wenigen Minuten die Stimme der Vermittlung, die mitteilte, dass das Gespräch nun zu lange dauerte und die Verbindung entsprechend einfach mittendrin unterbrach – heute unvorstellbar.



△ Abb. 2: Wappen des AWGeophys WGeolSt Oldenburg (Quelle: Bundeswehr/Hermel)

Nach Ihrem Wehrdienst arbeiteten Sie in zivilen Ingenieurbüros in Rostock und Leipzig. Hat sich Ihre Arbeitsweise von der bei der Bundeswehr unterschieden und wenn ja, wie?

Fachlich gesehen nicht, aber was die Zeitachsen betraf. Darüber hinaus wurde in allen Büros, ob nun zivil oder militärisch, zwar auch immer aufs Geld geschaut, aber aus unterschiedlichen Richtungen: Das Ingenieurbüro hat „vorn“ so viel investiert, bis „hinten“ nach möglich kurzer Zeit ein kalkulierter Gewinn herausprang. Die Bundeswehr hat dagegen zu jeder Zeit so wenig wie nur irgend möglich investiert, um gerade noch justiziable Ergebnisse produzieren zu können, wobei Zeit in der Regel nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat.

Seit 2014 sind Sie der Leiter des GeoInfo-Elements „Geoinformationswesen und Umweltschutz“ an der Pionierschule Fachschule des Heeres für Bautechnik und Zentrum Bauwesen in Ingolstadt. Was sind dort Ihre Aufgaben und was macht Ihnen besonders Spaß?

Meine Aufgaben, denen ich mich zusammen mit meinem Mitarbeiter Herrn Regierungshauptsekretär Hebich widme, sind dreierlei:

Zum Ersten, das fachgebundene Unterrichten pionierrelevanter Themen aus dem Portfolio des GeoInfo-Wesens, mit Schwerpunkt auf der Wehrgeologie.

Zum Zweiten, die Weiterentwicklung an der Schnittstelle des GeoInfoW mit dem PiW. Also das fachwissenschaftliche Einwirken auf Verfahren und Vorschriften der Pioniertruppe bzw. des GeoInfoDBw. Hier stehen solche Themen wie das Bauen auf oder in bzw. mit Böden unter militärischen Rahmenbedingungen auf dem Programm oder auch die Geländebefahrbarkeit mit Gefechtsfahrzeugen. Als Highlight durfte ich vor diesem Hintergrund eine „Ausbildungsanlage zur Erkundung und Bewertung militärisch relevanter Böden“ ausplanen, die dann auch auf unserem Pionierübungsplatz gebaut wurde. Hier können wir die Truppe nun gezielt ausbilden und nachhaltig Bilder mit den eigenen Gefechtsfahrzeugen stellen.



△ Abb. 3: Ausbildung zur Geländebefahrbarkeit auf der AusbAnlg PiÜbPI L/W Ingolstadt (Quelle: Bundeswehr/Hermel)

Und zum Dritten, die ganze Bandbreite der geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Erkundung und Bewertung von Fels, Boden und Grundwasser, zur Beratung von Bedarfsträgern der Bw – als Teilnehmer von Special Recce Teams (SRT) bzw. Mobile Training Teams (MTT) der FSHBauT/ZBauWes auch weltweit, sofern diese außerhalb von Einsätzen oder einsatzgleichen Verpflichtungen stattfinden. Ganz vorn sind hier die Deutschen Beratergruppen der Bundeswehr (DEUBerGrpBw) in Afrika zu nennen, aber zum Beispiel auch der Truppenselbstbau in Deutschland.



△ Abb. 4: Geotechnische Erkundung mit Ausbildungscharakter für ausländische PiKr (SRT/MTT) im Auftrag der DEUBerGrpBw Burkina Faso (Quelle: Bundeswehr/Hermel)

Gab es weitere Verwendungen, die Ihnen besonders in Erinnerung geblieben sind?

Die wesentlichen Eindrücke, die sich mir aus den letzten Jahrzehnten spontan aufdrängen, sind Erlebnisse und Erfahrungen aus den Auslandseinsätzen. Mit den notwendigen Einsatzvor- und Nachbereitungen war ich ja einige meiner Dienstjahre mit IKM-Einsätzen beschäftigt und in Uniform unterwegs. Die Eindrücke aus zerbombten Gebieten und deren z. T. bitterarmen, kriegsgeplagten Bewohnerschaft, in Verbindung mit der fachlichen Arbeit im militärischen Einsatz, unter der z. T. ständigen Bedrohung durch Anschläge, Kampfmittelbelastungen etc., sind schon prägend, würde ich sagen. Zumal sie sich nur schwer mit anderen teilen lassen, die nicht in ähnlichen Situationen waren, wenn Sie verstehen. Aber es gab auch viele schöne Momente, z. B. der Bau meines ersten Brunnens im Lufttransportstützpunkt 3 Termez/USB oder die Fahrt im Wolf von Kunduz nach Feyzabad werden mir unvergesslich sein.



△ Abb. 5: Geophysikalische Vermessung einer Brunnenbohrung in Mazar-e-Sharif/AFG (Quelle: Bundeswehr/Hermel)

Sie haben in Ihrer bisherigen Dienstzeit zahlreiche Wehrübungen absolviert, davon auch mehrere Auslandseinsätze in Afghanistan, dem Kosovo, der Demokratischen Republik Kongo und im Libanon. Und sind darüber bis zum Oberstleutnant der Reserve befördert worden. Wieso sind Sie nicht als Seiteneinsteiger in die militärische Laufbahn eingestiegen?

Eigentlich hatte ich nie vor, überhaupt zur Bundeswehr zu gehen. Aber die Eindrücke aus meiner Zeit in der WGeolSt Oldenburg, die Kameradschaft und das breitgefächerte Aufgabenspektrum haben mich dann doch gereizt. Allerdings zu einer Zeit, als die Bw einen sehr restriktiven Einstellungsstopp betrieben hat und auch eher auf Verkleinerung getrimmt wurde. Hier einzusteigen war per se schon mal schwierig. Meine Chancen waren in den mir bekannten Strukturen des rein zivilen Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr also einfach besser. Auch hätte ich im Amt für Militärisches Geowesen keine Fürsprecher gehabt, da ich dort ja niemanden kannte. Und selbst mit entsprechender Fürsprache dauerte es damals, trotz Zusage den nächsten Dienstposten zu bekommen, insgesamt noch fünf Jahre bis zur ersten befristeten Anstellung.

Was waren Ihre Aufgaben in den Auslandseinsätzen und was haben Sie aus dieser Zeit dort für sich mitgenommen und würden Sie anderen Beamtinnen und Beamten empfehlen, Auslandseinsätze im Soldatenstatus zu absolvieren, sollte es die Möglichkeit geben?

Ich hatte es oben ja schon erwähnt, die letzten 20 Jahre sind bei mir durchweg einsatzgeprägt – aber auf jeden Fall positiv! Jetzt ist mir körperlich aber auch nichts Schlimmes widerfahren. Das Pendeln zwischen meinem damaligen Wohnort zum Dienst, mit über 600 km Autobahn dazwischen, erschien mir auch immer gefährlicher, als meine Einsätze in AFG oder Afrika. Man war ja ausgebildet und im Zweifel nur von Profis umgeben – das kann man von deutschen Fernstraßen so eher nicht sagen.

Aber ich bin seitdem wohl auch weniger naiv oder sorglos, aufmerksamer könnte man vielleicht auch sagen. Herrenloses Gepäck an öffentlichen Plätzen oder in Bereichen großer Menschenansammlungen beispielsweise, sehe ich wohl mit anderen Augen als viele meiner Mitmenschen.

Aber alles in allem möchte ich die Zeit in den Einsätzen nicht missen und würde sie jederzeit gerne wiederholen. Das Bauen von Infrastruktur unter Zeitdruck, das Erschließen von Wasser in wüstenhaften Regionen, das Umsetzen fachlicher Aufgaben unter vollkommen ungewohnten kulturellen, materiellen und klimatischen Bedingungen in einem militärisch geprägten, kameradschaftlichen Umfeld sind genau mein Ding, würde ich sagen.

9. Was ist das Besondere für Sie am Arbeitgeber Bundeswehr? Stellt Ihr Dienst im GeolInfoDBw für Sie als Bw-Angehöriger eine Besonderheit dar und wenn ja, warum?

Bei aller berechtigter Kritik an der Bw bin ich doch immer wieder und immer noch von der Tiefe und Breite beeindruckt, die die Bw in fachlicher Hinsicht abbildet. Das gilt insbesondere auch für unseren GeolInfoDBw. In dieser Hinsicht werden wir auch immer noch durch unsere Mitbürgerinnen und Mitbürger unterschätzt. Ich werde z. B. ziemlich häufig gefragt, was ich denn als Geologe bei der Bundeswehr mache – Geologen + Bundeswehr? Die schießen doch gar nicht? Aber „every man is a rifleman“ entspricht nur ansatzweise den Anforderungen von heute. Die fachliche Bandbreite aber, die für den erfolgreichen Einsatz einer modernen Armee benötigt wird, die fasziniert mich. Und schließlich hat die Bw mir als Geologen die Möglichkeit gegeben, die Welt zu bereisen. Und wenn auch nicht immer zu den touristischen Highlights, dafür aber zum Teil in die hintersten Ecken, mit allem Schmutz und aller Schönheit.

10. Wie würden Sie heute Studierende der Geologie dazu motivieren, im und für den GeolInfoDBw zu arbeiten?

Puh, das ist mit Abstand die schwierigste Frage hier von Ihnen. Ich für meinen Teil hatte ja das „Glück“ über den Grundwehrdienst einen sehr intensiven „Schnupperkurs“ machen zu dürfen. Und ich könnte mir vorstellen, dass das auch ein lohnender Ansatz für die Zukunft sein wird – sofern so etwas wie ein soziales Jahr (wieder) eingeführt werden würde.

11. Haben Sie konkrete Pläne für Ihre weitere Zeit im GeolInfoDBw?

Ich glaube, dass ich an der Pionierschule gut aufgehoben bin. Auch habe ich meinen familiären Mittelpunkt ins Altmühltal gelegt, wo ich mich ausgesprochen wohl fühle. Und da ich sehe, dass uns an der Pionierschule auf absehbare Zeit definitiv nicht langweilig werden wird, hoffe ich als „Garant für die Kontinuität in der Facharbeit“ noch auf eine lange Stehzeit.

12. Haben Sie einen Geologenhammer der Firma Estwing?

Selbstverständlich und auch in jedem Einsatz dabei.



△ Abb. 6: „Estwing“ in metamorphen Serien des Hindukusch (Quelle: Bundeswehr/Hermel)

SHORT QUESTIONS:

■ **ZGeoBw Euskirchen oder Pionierschule Ingolstadt?**
PiS

■ **Uniform oder zivile Kleidung?**
Gerne auch Uniform

■ **Granit oder Basalt?**
Granit

■ **Kaffee oder Tee?**
Kaffee

Wir danken Ihnen für das Interview und wünschen Ihnen weiterhin alles Gute an der PiSchule!

Die seit der Ausgabe 1/2022 erscheinende Interviewreihe im GeolInfo Forum gibt einen Einblick in das breite Spektrum an Tätigkeiten im GeolInfoDBw und stellt Angehörige mit deren Werdegang kurz vor. Falls Sie einen Einblick in Ihr Projekt und Ihren Werdegang geben wollen, können Sie gerne proaktiv auf die Redaktion zukommen.

INTERAKTIVER IT-SERVICE ICON-TRAJEKTORIEN

OBERREGIERUNGSRÄTIN DR. LISELOTTE SCHÜHL,
TECHNISCHER REGIERUNGSAMTSRAT FRANK FLIMM

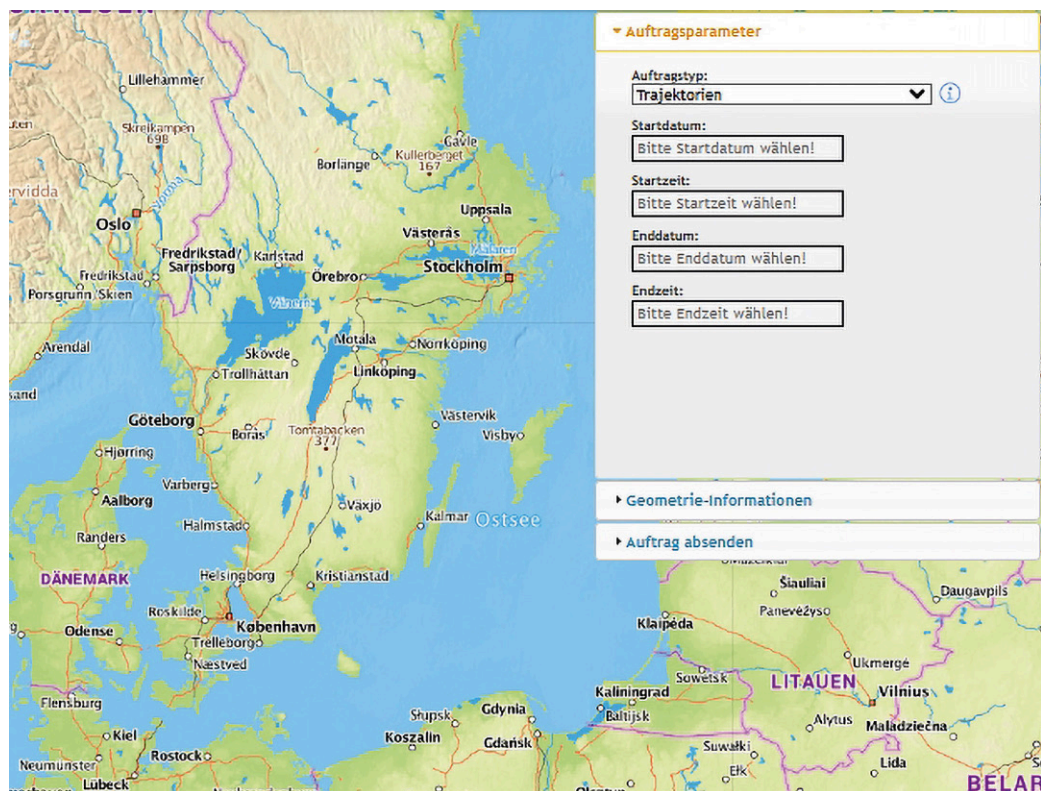
Bei auftretender Emission biologischer, chemischer oder nuklearer Schadstoffe, sei es durch Unfälle, beispielsweise an Atomkraftwerken, oder gezielt als Waffe eingesetzt, ist schnelles Handeln gefragt. Mit dem neu entwickelten „IT-Service Trajektorien“ steht eine Möglichkeit bereit, im Falle der Emission eines Schadstoffs eine sehr schnelle Erstabschätzung der Hauptausbreitungsrichtung und voraussichtlich durch den Schadstoff betroffener geographischer Gebiete zu erlangen.

Unter einer Trajektorie verstehen wir den Pfad oder die Bahn, die ein Objekt oder Partikel im Raum über eine bestimmte Zeit hinweg zurücklegt. Trajektorien können sowohl geradlinig als auch gekrümmt sein, abhängig von den Kräften, die auf das Objekt wirken. Bezogen auf die Atmosphäre beschreibt eine Trajektorie den Weg eines abgeschlossenen, nicht näher definierten Luftpakets in Bezug auf seine Anfangsposition über einen Zeitraum hinweg. Solche „abgeschlossenen Luftpa-

kete“ kann man sich vorstellen wie einen Luftballon, der losgelassen wird und als Ganzes verdriftet wird. Anders als bei komplexeren Ausbreitungsmodellen wie zum Beispiel dem Langrange'schen Partikel-Dispersions-Modell LPDM werden Prozesse wie Auswaschung, Sedimentation, Turbulenz und Diffusion hier nicht berücksichtigt. Es ist also möglich, die Hauptausbreitungsrichtung zu simulieren – nicht aber, wie sich der Stoff im Raum ausbreitet und welche Konzentrationen des Schadstoffes zu erwarten sind.

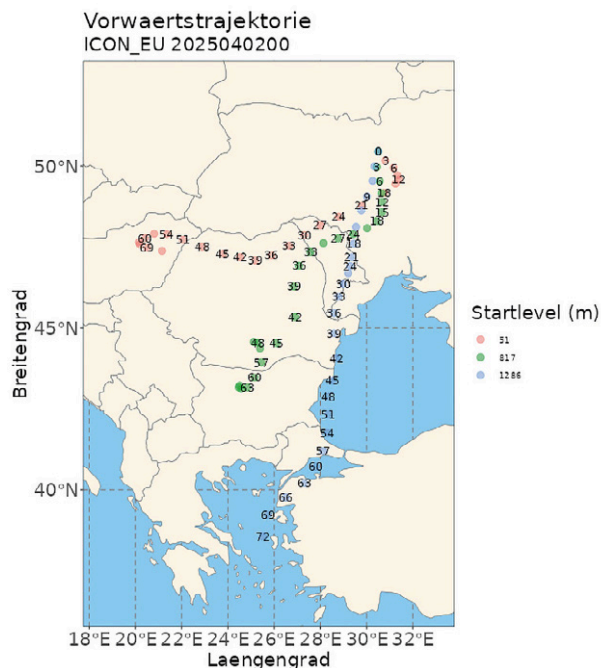
Im Vergleich zu den genannten komplexeren Ausbreitungsmodellen, wie LPDM oder in der höchsten Komplexitätsstufe ICON-ART¹, sind Trajektorien im Ernstfall sehr schnell berechnet. Daher erlauben sie, umgehend ein Lagebild im Sinne einer Erstabschätzung zu erstellen.

Der neue IT-Service bietet nun die Möglichkeit, über eine nutzerfreundliche Schnittstelle Trajektorien zu beauftragen und die Ergebnisse per E-Mail zu erhalten. Über das Frontend können für bis zu drei Orte, an denen jeweils ein Schadstoff emittiert wird, Trajektorien-



△ Abb. 1: Screenshot des Webservices, über den die Berechnung von Trajektorien im DMRZ angestoßen werden kann. Hier ist nur ein kleiner geographischer Ausschnitt gezeigt: Trajektorien können aktuell für das gesamte Gebiet des ICON-EU-Modells angefordert werden. (Quelle: Webservice ZGeoBw Dez. GeoInfo-Onlinezentrale)

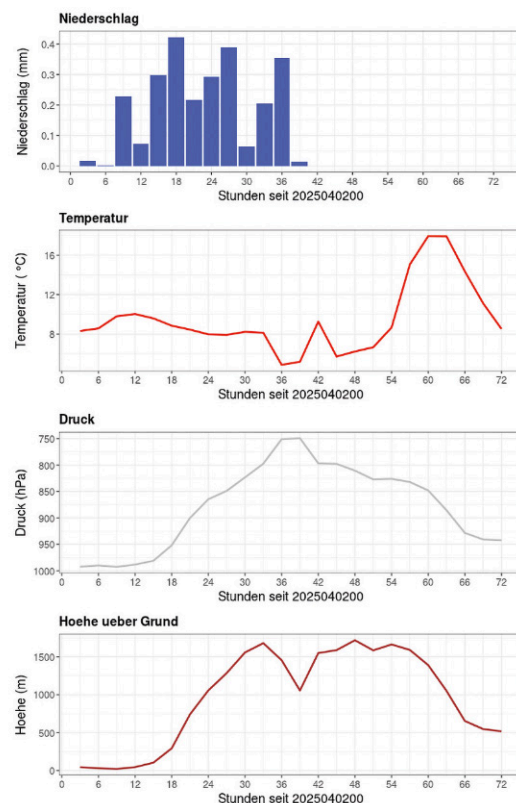
Berechnungen angefordert werden (siehe [Abb. 1](#)). Zusätzliche Parameter, die eingestellt werden müssen, sind die Höhe über Grund, in der die Emission stattfindet, sowie der Zeitraum, für den die Trajektorie berechnet werden soll.



△ **Abb. 2:** Beispiel dreier Vorwärtstrajektorien für den 2. April 2025, berechnet mit 3D-Windfeldern des ICON-EU-Modells – in dreistündlicher Auflösung für den Startort Kiew, ausgehend von unterschiedlichen Höhen über Grund (Quelle: METOC-Verfahren „TRAJ“ von ZGeoBw Dez. Meteorologische Spezialverfahren)

Abhängig von der Wahl von Startzeit und Endzeit kann entweder eine Vorwärtstrajektorie oder eine Rückwärtstrajektorie angefordert werden. Während bei einer Vorwärtstrajektorie simuliert wird, entlang welcher Hauptausbreitungsrechnung sich ein emittierter Schadstoff bewegen wird, wird bei einer Rückwärtstrajektorie die Hauptausbreitungsrichtung des Stoffes in der Vergangenheit simuliert. Dies lässt Rückschlüsse darüber zu, aus welcher Richtung ein zuvor emittierter Schadstoff, der sich zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort befindet, gekommen sein könnte. Über den IT-Service wird im Backend, basierend auf den vom Bedarfsträger vorgegebenen Einstellungen, ein neu entwickeltes METOC²-Verfahren im Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum (DMRZ) getriggert, welches eine Berechnung mit dem Trajektorien-Modell des DWD anstößt. Das Trajektorien-Modell wird aktuell mit dreidimensionalen Winddaten von ICON-EU angetrieben – eine Ausweitung auf andere Modelle des DWD oder des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr (GeoInfoDBw) kann bei Bedarf über die Anforderungszentrale beauftragt werden. Nach Abschluss der Be-

rechnung erfolgt durch das METOC-Verfahren eine grafische Darstellung der Trajektorien (siehe [Abb. 2](#)). Da wie oben beschrieben komplexe meteorologische Prozesse wie Auswaschung nicht berücksichtigt werden, werden zusätzlich Meteogramme entlang der Trajektorie berechnet, indem die Trajektorie mit numerischen Wettervorhersage-Daten des ICON-EU-Modells kombiniert wird. So gibt beispielsweise der entlang des Weges des Luftpakets auftretende Niederschlag eine Abschätzung darüber, wie stark mögliche Auswaschungsprozesse sein könnten (siehe [Abb. 3](#)).



△ **Abb. 3:** Meteogramm entlang der roten, in [Abb. 2](#) dargestellten Trajektorie. Gezeigt werden Niederschlag, Temperatur, Druck und die Höhe des transportierten Luftpakets an den durch rote Punkte dargestellten Stützstellen in [Abb. 2](#). Der IT-Service liefert Meteogramme für alle angeforderten Trajektorien, in diesem Fall drei Stück (nur eine gezeigt). (Quelle: METOC-Verfahren „TRAJ“ von ZGeoBw Dez. Meteorologische Spezialverfahren)

Die Ergebnisse werden dem Anfordernden unmittelbar nach Abschluss der Simulationen als Grafiken per E-Mail zur Verfügung gestellt. Aufgrund der hohen Verfügbarkeit stellt der IT-Service nicht nur eine interessante Anwendung für den ABC-Schutz dar, sondern auch für die GeoInfo-Beratungsstellen der Bundeswehr, sowie alle Stellen, an denen im Ernstfall ein schnelles erstes Lagebild für koordinierte Entscheidungen zur Verfügung stehen muss.

1 ICON-ART = ICON for Aerosol and Reactive Trace Gases; Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Spurenstoffen und Gasen

2 METOC = Meteorologisch-Ozeanographisch

ENSEMBLEWETTERVORHERSAGEN ODER „DIE VORHERSAGE DER VORHERSAGBARKEIT“

OBERREGIERUNGSRÄTIN DR. LISELOTTE SCHÜHL,
OBERREGIERUNGSRAT DR. LARS WIEGAND

Die „Vorhersage der Vorhersagbarkeit“ klingt abgehoben und kompliziert – wie Science Fiction oder nach etwas verrückt gewordenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Die Ensemblewettervorhersage, die seit den 1990er-Jahren Einzug in die operationelle Wettervorhersage der internationalen Wetterdienste gehalten hat und uns dabei hilft, „die Vorhersagbarkeit des Wetters vorherzusagen“, ist aber alles andere als von einem anderen Planeten und sehr wichtig, um im Alltag verlässliche und sichere Entscheidungen in der Wetterberatung zu treffen. Warum das so ist, soll hier einmal beschrieben werden.

Wieso aber brauchen wir Ensemblevorhersagen? Wir kommen doch bisher auch gut ohne zurecht. Oder nicht? Der amerikanische Mathematiker und Meteorologe Edward Lorenz ist eine zentrale Figur in der Geschichte der Meteorologie und der Chaosforschung. Seine Arbeiten haben die Grundlage für die Entwicklung der Ensemblewettervorhersage geschaffen. So entdeckte Lorenz in den 1960er Jahren, dass kleine Unterschiede in den Anfangsbedingungen eines Wettermodells zu drastisch unterschiedlichen Vorhersagen führen können. Dieses Phänomen ist auch als Schmetterlingseffekt bekannt, der versinnbildlicht, dass ein imaginärer kleiner Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien, der zu Beginn einer Vorhersage eine minimale Störung im Wind hervorruft, in der Vorhersage einen Tornado in Texas hervorrufen kann¹. Aus mathematischer Sicht bezeichnet man dieses Verhalten bei der Integration nichtlinearer partieller Differentialgleichungen als deterministisches Chaos. Es war die Entdeckung dieser Eigenschaft der Grundgleichungen numerischer Wettervorhersagemodelle, die zeigte, dass kleine Fehler während der Berechnung einer Wettervorhersage exponentiell wachsen. Ebenfalls entdeckte Lorenz, dass die Fehlerwachstumsraten umso größer sind, je kleinskaliger die Prozesse sind, die vorhergesagt werden sollen. Das bedeutet, dass im Mittel Fehler in den Anfangsbedingungen in höher aufgelösten Modellen viel schneller wachsen. Sollte sich jemals jemand gefragt haben, warum es für ICON-D2 nur Vorhersagen mit einer Länge von zwei Tagen gibt, aber für ICON-Global sieben Tage, so ist hier die Antwort: In ICON-D2 wachsen die Fehler so viel schneller, dass der Zeitpunkt, an dem die Vorhersage keinen Informationsgehalt mehr hat, im Mittel viel früher eintritt als bei ICON-

Global. Dies liegt daran, dass auf der konvektiven Skala durch die explizite Auflösung hochreichender Konvektion in den Bewegungsgleichungen des Modells das Fehlerwachstum nichtlinear und dadurch deutlich stärker ist. Den Zeitraum, über den eine Vorhersage Informationsgehalt hat, wird auch als Vorhersagbarkeit bezeichnet.

Und was machen wir, wenn unsere Vorhersage keine Vorhersagbarkeit über die zukünftige Entwicklung des Wetters mehr hat? Raten wir dann? Das Allerwichtigste ist erstmal zu wissen, wenn dies der Fall ist. Dazu müssen wir wissen, wie unsicher eine Vorhersage ist, also wie stark die Fehler über die Vorhersagezeit bereits gewachsen sind. Können wir das einer deterministischen Vorhersage² ansehen? Nein. Hier kommt das Ensemble ins Spiel. In der numerischen Wettervorhersage versteht man unter einem Ensemble mehrere Realisierungen von Wettervorhersageläufen. Die Varianz der Ensemble-Member³, der sogenannte Ensemble Spread, sagt uns, inwieweit die Fehler in den unterschiedlichen Vorhersagen in verschiedene Richtungen gewachsen sind und die Ensemble-Member sich aus einander entwickelt haben. Wie beschrieben, hängt das Fehlerwachstum von der Skala der atmosphärischen Prozesse ab, die unsere Wettermodelle vorhersagen. Was bedeutet das konkret? Eine kleine Gewitterzelle von wenigen Kilometern Ausdehnung kann innerhalb von einer Stunde entstehen, großen Schaden anrichten und wieder zerfallen. Ein Tiefdruckgebiet mit einem Frontensystem hingegen erstreckt sich über viele tausend Kilometer und kann zwei Wochen Lebensdauer besitzen. Noch wichtiger ist: Die Fehler der Gewitterzelle wachsen viel schneller als die der Front. Das bedeutet, je nachdem, welche Wetterlage vorliegt und für welche geographischen Positionen und Zeiträume wir uns interessieren, können die Fehler in der gleichen Wettervorhersage sehr unterschiedlich stark angewachsen sein, die verschiedenen Realisierungen in unserem Ensemble also unterschiedlich weit auseinander divergiert sein. Diese raumzeitliche Abhängigkeit des Fehlers nennt man auch den „Error of the day“. Dies erklärt auch, warum uns die Wettervorhersage an manchen Tagen besser oder schlechter vorkommt als an anderen. Um verlässliche Entscheidungen zu treffen, ist es daher sehr wichtig, den Ensemble Spread (Varianz der Ensemble-Member) abhängig von Raum und Zeit anschauen.

Eine weitere wichtige Größe im Zusammenhang mit Ensemblevorhersagen sind Wahrscheinlichkeiten (siehe **Abb. 1** und **Abb. 3**). Diese geben für jede geographi-

1 Vortrag von Edward N. Lorenz mit dem Titel „Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?“, präsentiert vor der „American Association for the Advancement of Science“, am 29. Dezember 1972.

2 Unter einer deterministischen Vorhersage wird im Gegensatz zu einer Ensemblevorhersage eine einzige Realisierung einer Vorhersage bezeichnet.

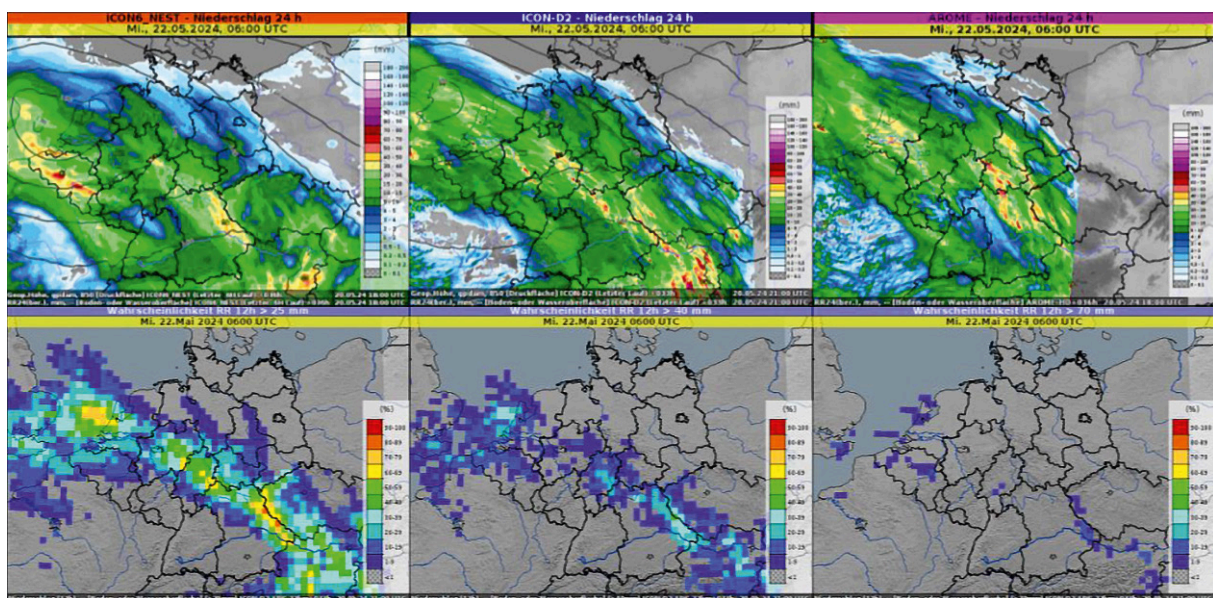
3 Einzelne Realisierungen aus einer Ensemblewettervorhersage werden als Ensemble-Member bezeichnet.

sche Position und jeden Zeitpunkt die Wahrscheinlichkeit an, dass ein bestimmter Schwellenwert durch eine meteorologische Variable überschritten wird. So bedeutet eine Wahrscheinlichkeit von 90 % für einen Niederschlag von mehr als 50 mm/24 Stunden bei einem Ensemble mit 20 Ensemble-Mitgliedern, dass 18 der 20 Ensemble-Mitglieder mehr als 50 mm Niederschlag pro 24 Stunden vorhersagen. Die Wahrscheinlichkeit wird durch einfaches Zählen berechnet. Warum ist es interessant, bei einem Starkregenereignis die Wahrscheinlichkeit des Ensembles zu kennen? Offensichtlich macht es einen großen Unterschied, ob 90 % der Vorhersagen das gefährliche Event vorhersagen oder nur 10 %. Bei 90 % würde man Operationen vermutlich gar nicht erst planen. Bei 10 % würde eng während der Durchführung verfolgt, wie sich die Wetterlage entwickelt. Und wenn wir doch nur die deterministische Vorhersage betrachten? Im schlimmsten Fall erkennt die deterministische Vorhersage das Starkregenereignis gar nicht und wir bringen möglicherweise die Empfänger unserer Wetterberatung bei Ihren Übungen oder Operationen in Lebensgefahr. Um dies zu verhindern, sind Ensemblevorhersagen genau das richtige Werkzeug. Die Antwort auf die Frage, ob und wieso wir Ensembles brauchen, ist also eindeutig: Ja, wir brauchen zwingend Ensemblewettervorhersagen, wenn wir verlässliche Entscheidungen treffen wollen. Wir brauchen sie besonders für die Wetterberatung beim Auftreten von Extremereignissen und Hazards, die häufig eine reduzierte Vorhersagbarkeit besitzen, also bereits mit reduzierter

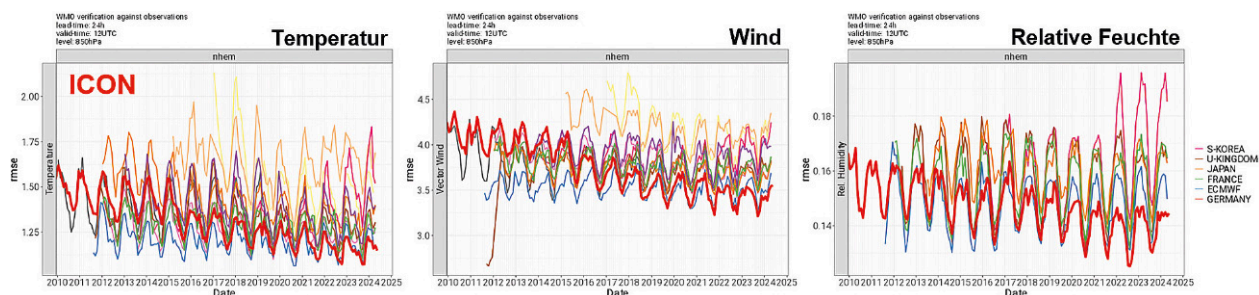
Qualität in den Modellen repräsentiert sind. Nur so können wir die Unsicherheit unserer Vorhersagen richtig einschätzen.

Wie werden Ensemblewettervorhersagen erstellt? Es gibt zwei Möglichkeiten, Ensembles zu generieren. Die erste Möglichkeit ist es, deterministische Vorhersagen verschiedener Modelle zu kombinieren. Dies bezeichnet man auch als Multimodellensemble. Beim Deutschen Wetterdienst (DWD) beispielsweise ist es Praxis, die Modelle der europäischen Wetterdienste miteinander zu vergleichen, also beispielsweise IFS (ECMWF), HIRLAM (z. B. SMHI), UKMO (Met Office), ICON (DWD) und ALADIN (z. B. Météo France). Sollten sich zum Beispiel alle Modelle relativ einig über eine Entwicklung sein, ein Modell jedoch stark von den anderen abweichen, weiß man als beratende Person, dass Vorsicht geboten ist und die Beratung in diesem Fall nicht zu stark auf dieses Modell gestützt werden sollte.

Die zweite Möglichkeit zur Ensemblegenerierung besteht darin, Unsicherheiten innerhalb ein und desselben numerischen Wettervorhersagesystems zu berücksichtigen. Da das exponentielle Fehlerwachstum sich wie oben erklärt aus dem Schmetterlingseffekt und kleinen Fehlern in den Anfangsbedingungen ergibt, ist diese Art der Ensemblegenerierung sehr eng mit der sogenannten Ensembledatenassimilation verbunden. Diese verknüpft eine starke Fehlerreduktion, bei der das Modell mittels mathematischer Verfahren an Messungen des atmosphärischen Zustands gezogen wird (wie z. B. Satellitenkanäle, Niederschlagsradare, Synop-Stationen,



△ **Abb. 1:** Beispiel für die Nutzung von Ensembleprodukten in NinJo. Die obere Reihe zeigt Vorhersagen aus ICON-EU (links), ICON-D2 (Mitte) und Arome (rechts), die zusammen genommen ein Multimodellensemble ergeben, mit vorhergesagtem 24-stündigen Niederschlag für den 29. Juni 2024 um 00 UTC. Die drei Modelle sehen deutlich unterschiedliche Gebiete von Starkregen (rot, > 60-70 mm/24 h) betroffen, zeigen also deutliche Vorhersageunsicherheit an. Die untere Reihe zeigt aus 12-stündigen Niederschlagsvorhersagen des ICON-D2-EPS abgeleitete Wahrscheinlichkeiten für den gleichen Termin und mehr als 25 mm, 40 mm und 70 mm Niederschlag. Hier zeigt sich eine eher geringe Wahrscheinlichkeit für Starkregen von mehr als 50-70 mm in der zweiten Nachthälfte, wenn mit der deterministischen 24-Stunden-Vorhersage von ICON-D2 verglichen wird. Zudem zeigt das Ensemble, welche Gebiete mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit von mehr als 25 mm Niederschlag betroffen sein könnten. (Quelle: Sofortberichte VBZ des Deutschen Wetterdienstes. Schwere Gewitter „Tief Annelie“ vom 29.6.2024)



△ **Abb. 2:** 15-jährige Entwicklung der Vorhersagegenauigkeit der Ein-Tages-Vorhersage des Globalmodells des DWD (ICON, vor 2016 GME) in rot im Vergleich zu den Globalmodellen der internationalen Wetterdienste anhand des RMSE (gewurzelte mittlere quadratische Abweichung) für Temperatur, Wind und relative Feuchte im Vergleich zu Messungen aus Ballonaufstiegen. Je kleiner der RMSE, desto genauer die Vorhersage. Es zeigt sich eine starke Entwicklung der DWD-Vorhersage, die mittlerweile bei der bodennahen Ein-Tages-Vorhersage besser ist als die des internationalen Goldstandardmodells IFS des ECMWF. Grund dafür ist die Einführung des ICON-Modells 2016 sowie die Entwicklung neuer Datenassimilationsalgorithmen und Einführung zahlreicher Satellitenkanäle in die operationelle Ensembledatenassimilation. (Quelle: Verifikation des DWD)

Flugzeugmessungen, Driftbojen auf dem Ozean und eine große Vielfalt von Fernerkundungssystemen für die atmosphärische Grenzschicht) mit der Generierung eines Ensembles von Anfangsbedingungen, deren Varianz die Unsicherheit der Anfangsbedingung widerspiegelt. Diese hochkomplexen Verfahren sind heutzutage der Standard an den internationalen Wetterdiensten und tragen wesentlich zu dem starken Gewinn an Vorhersagegenauigkeit bei, der in den letzten Jahrzehnten in der numerischen Wettervorhersage zu verzeichnen war (siehe **Abb. 2**). Die große Bedeutung von Ensembles und Datenassimilation und deren Verknüpfung in der Ensembledatenassimilation spiegelt sich auch darin wider, dass heutzutage in der Abteilung Forschung und Entwicklung des DWD zwei von vier Referaten sowie die Hälfte der Mitarbeitenden sich den Themen Datenassimilation und Ensembles widmen.

Neben der Unsicherheit der Anfangsbedingung werden durch Störungen in den physikalischen Parametrisierungen Unsicherheiten in der Modellformulierung abgebildet. Diese Störungen werden realisiert durch a) eine einmalige Änderung der Modellphysik-Parameter pro Ensemble-Member, welche über die Vorhersagedauer konstant bleibt und b) durch Aufbringen stochastischer (zufälliger) Störungen, die anhand von vordefinierten Bereichen die Parameter der Modellphysik im Laufe der Vorhersagedauer von Zeitschritt zu Zeitschritt leicht variieren. Eine wichtige Unsicherheitsquelle sind die unteren Randbedingungen, wie die Meeresoberflächentemperatur, die Eisverteilung oder die Bodenfeuchte, sowie bei regionalen Modellen die seitlichen Randbedingungen. So erhält das ICON-D2-EPS (EPS = Ensemble Prediction System) zum Beispiel die Randbedingungen des ICON-EU-EPS.

Bei den DWD-Ensemblesystemen ICON-EPS, ICON-EU-EPS, ICON-D2-EPS, ICON-RUC-EPS⁴ des DWD wird eine Kombination aller beschriebenen Methoden angewendet, um möglichst den gesamten Raum der

Unsicherheiten abzubilden. Das globale ICON-EPS und das europäische ICON-EU-EPS umfassen 40 Ensemble Member und das ICON-D2-EPS und ICON-RUC-EPS jeweils 20 Ensemble-Member. Zusätzlich gibt es das ICON-ART-EPS⁵ mit zehn Ensemble-Membere für die globale und regionale Staubvorhersage über der Region Atlantik/Europa/Nordafrika.

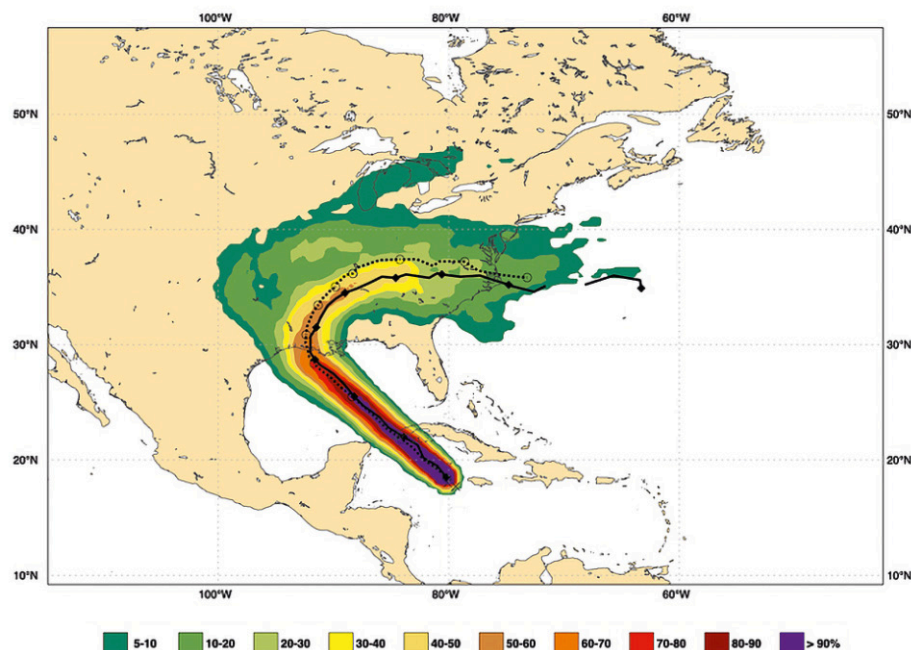
Ist es im hektischen Beratungsalltag nicht eine Überforderung, sich 20 bis 40 Ensemble-Member anschauen zu müssen? Und erlaubt es das Datenverteilsystem der Bundeswehr überhaupt, diese zu den Beratungsstellen zu transferieren? Wie oben beschrieben, liefern Ensembledavorhersagen uns die statistischen Größen „Ensemble Spread“ (Varianz des Ensembles) und „Wahrscheinlichkeiten“. Diese werden im GeoInfoDBw von METOC⁶-Verfahren im Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum (DMRZ) aus den Rohdaten abgeleitet, sodass nur ganz wenige zusätzliche Felder entstehen, die angeschaut oder über das Datenverteilsystem zu den Beratungsstellen transferiert werden müssen (verfügbare Variablen siehe ICON User Guide⁷). Daher lautet die Antwort auf die Frage: Auch wenn es einen Moment Zeit kostet, sich in die Interpretation von Ensemble Spread und Wahrscheinlichkeiten einzudenken: Durch den Einbezug von Ensembles sollte keine langfristige Überforderung entstehen – weder für den Beratungsalltag noch für die Datenverteilung. Stattdessen können Wetterlagen deutlich zuverlässiger vorhergesagt werden und die Gefahr für die Empfangenden der Wetterberatung des GeoInfoDBw, in unvorhergesehene Situationen zu geraten, kann gesenkt werden. Dies ist insbesondere angesichts der hohen Wahrscheinlichkeit, dass extremes Wetter in Zukunft immer öfter auftreten wird, von größter Bedeutung, um Leib, Leben und Ausrüstung zu schützen. In den USA haben Ensembledavorhersagen bereits seit den 1990er Jahren ihren Weg in die operationelle numerische Wettervorhersage und Wetterberatung gefunden. Beim DWD ist dies seit Anfang der

4 RUC = Rapid Update Cycle für die ICON-D2-Modelldomain mit stündlicher Initialisierung von Vorhersagen

5 ART = Aerosols and Reactive Trace Gases, ermöglicht die Simulation von Gasen und Aerosolen

6 METOC = Meteorologisch-ozeanographisch

7 https://www.dwd.de/SharedDocs/downloads/DE/modell/documentationen/nwv/icon/icon_dbbeschr_aktuell.html



△ **Abb. 3:** Beispiel aus dem ECMWF Ensemblevorhersagesystem (ECMWF-EPS). Aus der vorhergesagten Zugbahn der tropischen Zyklone Ida von 2021 abgeleitete Wahrscheinlichkeiten (Farben) zur Abschätzung der möglicherweise betroffenen geographischen Regionen und Ableitung entsprechender Handlungsmaßnahmen. Die schwarze Linie ist der Mittelwert der vorhergesagten Zugbahn. Die gepunktete schwarze Linie ist der beobachtete Track. Die Vorteile der Nutzung des Ensembles bei der Abschätzung potentiell betroffener Gebiete gegenüber einer einzigen vorhergesagten Zugbahn aus einer deterministischen Vorhersage ist offensichtlich. (Quelle: <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/focus/2022/30-years-ensemble-forecasting-ecmwf>)

2010er Jahre der Fall. Beim Geoinformationsdienst der Bundeswehr (GeoInfoDBw) ist aktuell zum ersten Mal angedacht, ein Ensemble für die Modellkette der Bw zu entwickeln, um hier die Datengrundlage für die Wetterberatung auf eine bessere Grundlage zu stellen. Dieses soll mittelfristig im DMRZ produziert, zur Verfügung gestellt werden und in der Wetterberatung des GeoInfoDBw zur Anwendung kommen. Aufgrund der deutlich erhöhten Zuverlässigkeit von Ensemblevorhersagen gegenüber den bisher genutzten deterministischen Vorhersagen sollte dieser eingeschlagene Weg

im GeoInfoDBw unbedingt weiterverfolgt werden. Dazu können bereits jetzt die Ensemble-Produkte des DWD für die Wetterberatung genutzt, sowie zukünftig abhängig von den verfügbaren Rechnerressourcen im DMRZ einige ICON-Lam-Bw mit Ensemblefähigkeiten ausgestattet werden. Ensemblewettervorhersagen sind nichts Abgehobenes, sondern stellen – im Gegenteil – die Wetterberatung mit zwei Füßen fest auf den Boden. Daher sollten sie schrittweise besser in die Wetterberatung integriert werden.

GEOFAKTOR VEGETATION – KÜSTEN

Weiterbildung für die GeoInfo-Kräfte des Heeres 2024

OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFAN KOLLER,
OBERSTLEUTNANT KAMILA NOWAK, OBERSTLEUTNANT SVEN
WADEWITZ, HAUPTMANN PETER HUBRICH

Die Weiterbildungsreihe „Geofaktor Vegetation“ für GeoInfo-Kräfte des Heeres hat sich in ihrem Vierjahres-
turnus im Sommer 2024 erstmals dem Themenkomplex
Küsten zugewandt. Hierzu waren wir zu Gast beim
GeoInfo-Element der Einsatzflotille 1 am Standort Kiel.
Zuvor wurden 2022 die Themenkomplexe Offenland an
der Pionierschule in Ingolstadt (siehe GeoInfo-Forum
1/2022) und 2023 Wälder und gehölzdominierte Vege-
tation an der Panzertruppschule in Munster (siehe
GeoInfo-Forum 2/2023) behandelt. 2025 wird der Tur-
nus mit dem Themenkomplex Gebirge erstmals voll-
ständig durchlaufen sein (wir werden im GeoInfo-Forum
2/2025 berichten).



Bei der Weiterbildungsreihe „Geofaktor Vege-
tation“ handelt es sich um eine einwöchige
Weiterbildung des Ausbildungskommando
Heer vorrangig für GeoInfo-Kräfte des Hee-
res, die inhaltlich durch das Dezernat Biolo-
gie/Ökologie des ZGeoBw ausgestaltet wird
und einerseits den Austausch der GeoInfo-
Kräfte fördert sowie andererseits zum Geo-
faktor Vegetation und den Umgang mit spezi-
ellen GeoInfo-Daten zu diesem Thema wei-
terbildet. Das Format besteht aus fachlichen
Vorträgen der Biologie/Ökologie, Gastvorträ-
gen unterschiedlicher Truppengattungen, Ge-
ländeexkursionen und GIS-Übungen. Die
Weiterbildungsreihe „Geofaktor Vegetation“
ist so konzipiert, dass die GeoInfo-Kräfte je-
des Jahr an ihr teilnehmen können und Wie-
derholungen nur dort auftreten, wo sie aus di-
daktischer Sicht sinnvoll sind.

Ein Verständnis von Küstengebieten und ihren Beson-
derheiten ist auch für GeoInfo-Kräfte des Heeres essen-
tiell. Zum einen besitzen wir in Deutschland an der
Nordsee und der Ostsee zwei sehr unterschiedliche
Küstengebiete, die weit in die Norddeutsche Tiefebene
(z. B. durch See- und Flussmarschen) einstrahlen und
deren Kenntnis nicht nur im Rahmen der Landes- und



△ Abb. 1: OTL Sven Wadewitz, GeoInfo-Element Einsatzflotille 1
begrüßt die GeoInfo-Kräfte des Heeres zur Weiterbildung
„Geofaktor Vegetation – Küsten“ an seinem Standort in Kiel.
(Quelle: ZGeoBw)

Bündnisverteidigung, sondern auch im Rahmen der na-
tionalen Katastrophenhilfe wichtig ist. Zum anderen
müssen wir feststellen, dass von allen 32 NATO-Staa-
ten nur fünf Binnenländer darstellen. Küsten sind dem-
nach ein wichtiges Landschaftselement im Rahmen der
Landes- und Bündnisverteidigung. Auch im Kontext mi-
litärischer Zuständigkeiten sind Küsten spezielle Grenz-
räume. Für Missionen in Küstengewässern ist die Mari-
ne Experte, an Land das Heer. Missionen, die diese
Grenzen von Meer zu Land überschreiten, (z. B. Anlan-
de-, Aufklärungs-, Evakuierungs-, Spezialmissionen
etc.) benötigen meist beides: seeseitige und landseitige
Geoinformationen. Teils mehrere Kilometer Inlands
kann das Gelände noch sehr stark durch historische
Küstenverläufe geprägt sein, wie das Mosaik von
Marsch- und Geestböden an der DEU Nordseeküste
oder die Flussmarschen an den großen Strömen mit
ihren Ästuarien zeigen.



Wenn wir Vegetation als militärischen Geo-
faktor betrachten, denken wir in drei verschie-
denen Kategorien:

1. Vegetation als Hemmnis/Hindernis (für Be-
wegung, Sicht und Wirkung),
2. Vegetation als Zeiger für standörtliche Ge-
gebenheiten (z. B. feuchte oder organi-
sche Böden) und
3. Vegetation als Ressource (z. B. als Nah-
rung oder Baumaterial).

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

Die Teilnehmenden der Weiterbildung, die neben GeoInfo-Kräften des Heeres auch wieder Angehörige der Raumanalyse des ZGeoBw und erstmals GeoInfo-Kräfte der Marine sowie Angehörige des Marinekommandos (MarKdo) umfasste, bekamen im Theorieteil einen Überblick über Küstenformen weltweit, die Besonderheiten der Küstengebiete Deutschlands und deren Ausprägungsformen. Es wurden die verschiedenen Landschafts- und Vegetationstypen sowie für die Gebiete typische Landschaftsstrukturelemente wie Entwässerungsgräben, Deiche aber auch Strukturen wie Buhnen, Lahnungsfelder und Priele vorgestellt. Die Vorträge wurden ergänzt mit Exkursen: einer Einführung in die Gezeiten, zu Mondphasen (Abschätzung von Aufgangs-, Untergangszeiten und -richtungen sowie deren Einfluss auf die Gezeiten), Deichbauwerke (ihre Benennung, Zuwege und seeseitige Sicherungswerke) sowie eine Einführung in die Beurteilung der Geländebefahrbarkeit durch das GeoInfo-Element der Pionierschule. Ein Schwerpunkt der Weiterbildung „Geofaktor Vegetation“ besteht in jedem Themenkomplex jeweils in der Vorstellung unterschiedlicher Primärdaten, GeoInfo-Daten und Karten, ihrer Vor- und Nachteile zur Ansprache von Vegetation sowie Unterschiede in ihrer Klassifikation. In diesem Jahr wurden folgende Daten betrachtet und Unterschiede herausgearbeitet:

- LBM-DE (Landbedeckungsmodell DEU des BKG)
- CORINE Land Cover (CLC) der EEA
- Der neue Datensatz aus der Serie CLC + Backbone (Raster)
- Der Copernicus High Resolution Layer „Coastal Zone“, speziell für Küsten
- Die LUCAS Daten, deren Bestand kurz vor der Weiterbildung im GIS-Portal aktualisiert werden konnte.
- MGCP Daten
- Das ESRI LandCover Produkt
- Das Copernicus Dynamic LandCover Produkt
- Das ESA WorldCover Produkt

Für die Kartenprodukte wurden die Standardprodukte der Marine und des Heeres verglichen und die deutlichen Unterschiede aufgezeigt: die Seekarten und topographischen Karten im Maßstab 1:50.000. In diesem Kontext wurden auch die historischen Stranderkundungskarten des Territorialkommandos Schleswig-Holsteins, Abteilung MilGeo vorgestellt und die Elemente herausgearbeitet, die für die Gelände- und Vegetationsbeurteilung enthalten sind. Als Spezialprodukte wurde die Special Tactical Operation Information Chart (STOIC) der Übung BALTOPS und die GeoInfo-Beratungsunterlage „Amphibische Übersichtskarte“ des MarKdo MGeo vorgestellt, die für Stranderkundungs- und als Beratungsunterlage für amphibische Missionen/-übungen eingesetzt werden und bei den GeoInfo-Kräften des Heeres zum großen Teil noch nicht bekannt waren. Fragen hierzu konnten direkt von dem anwesenden Mitarbeitenden des MarKdo beantwortet werden. Das

Thema Anlandung und Einsatzgrundlagen für den Land-Seeübergang wurde durch einen Gastbeitrag des Seebatallions näher beleuchtet und durch den anwesenden Chef des Stabes Einsatzflottille 1 Kapitän zur See Behrends eindrucksvoll unterstrichen. Weitere Vorträge des GeoInfo-Elements der Spezialkräfte der Marine, sowie des Kommando Spezialkräfte zu Bedarf an Informationen zur Geländebeurteilung von Küsten waren sehr gewinnbringend für alle Teilnehmenden der Weiterbildung.



△ **Abb. 2:** Erkundung der mittels GIS identifizierten Anlandungsstellen an der Küste der Halbinsel Schwansen (Ostsee). Die befestigte Slipanlage liegt an einer Steilküste. Die Bewegung würde im Anschluss der Anlandung durch eine obligatorische Nutzung der angeschlossenen Straße stark kanalisiert werden. (Quelle: ZGeoBw)

Die aus der Theorie gewonnenen Kenntnisse wurden bei zwei Exkursionen vertieft. Die erste Exkursion führte an die Nordseeküste auf die eingedeichete Halbinsel Friedrichskoog, die als Beispielgebiet zum Vergleich der verschiedenen GeoInfo-Daten genutzt und somit bereits aus Daten- und Kartensicht von oben bekannt war. Die Exkursion führte auch Außerdeichs und wurde durch Bodenbeprobung und -ansprache nach Pioniervorschrift zur Beurteilung der Befahrbarkeit ergänzt. Die praktisch gewonnenen Erkenntnisse von der Nordsee wurden im Anschluss an die Exkursion mit dem tags zuvor erlangtem theoretischen Wissen über die Ostsee in einer GIS-Übung beim Seebatallion in Hohn auf die Eckernförder Bucht und die Halbinsel Schwansen angewandt. In einer fiktiven Lage wurde das Seebatallion durch die GeoInfo-Kräfte des Heeres bei der Planung einer Anlandeübung unterstützt. Hierfür wurde in Gruppen mit verschiedenen Daten gearbeitet, die vorab vorgestellt wurden. Zudem wurde mit Hilfe einer durch Dezernat Biologie/Ökologie erstellten Arbeitshilfe eine Ansprache von Gehölzgruppen vorgenommen. Während der folgenden Exkursion wurden zwei der zur Anlandung ausgewählten Stellen sowie die Gehölzgruppen und das umgebene Grünland durch die Teilnehmenden begutachtet. Wie bereits bei der im Jahr zuvor durchgeführten Weiterbildung zum Thema Gehölze ergab sich auch in diesem Jahr ein deutlicher Mehrwert durch die Begehung der aus Luft-/Satellitenbildern und GeoInfo-Daten bewerteten Flächen.



△ **Abb. 3:** Waldgebiete werden anhand von Luftbildern angesprochen und militärisch beurteilt. Bei anschließender Exkursion wird das Waldstück begangen. Der Boden wird mittels Kammerbohrer (links) beprobt, um die Befahrbarkeit bewerten zu können. Pflanzenmaterial in den Ästen zeigt die Überflutungsgefährdung und -höhe für dieses Waldstück an. (Quelle: ZGeoBw)



△ **Abb. 4:** Blick ins Hinterland. Das Gelände zwischen Anlandungsstrand und Landstraße mit Grünland bedeckt. Die Schilfbestände sind durch ihr frisches Grün vom Grasland abgehoben und weisen auf Gräben und dauerfeuchte Böden hin, die die Befahrbarkeit negativ beeinflussen oder hemmen können. (Quelle: ZGeoBw)

Die Weiterbildung „Geofaktor Vegetation“ für GeoInfo-Kräfte des Heeres war auch 2024 unter dem Themenkomplex Küsten sehr gewinnbringend für die Teilnehmenden wie auch für das Ausbildungspersonal. Das Konzept, die Spezialisten des Heeres für die Geländeanalyse zusammenzubringen, sich über fachliche Themen auszutauschen, neues zu Lernen und Gelerntes zu

wiederholen, geht auf. Und das Thema Geofaktor Vegetation ist gut dazu geeignet, die vielen Ausbildungsinhalte zu integrieren.

Für Informationen zu der Weiterbildungsreihe, den Vorträgen und Arbeitshilfen wenden Sie sich gerne an das Dezernat Biologie/Ökologie.

STELLUNGSWAHLASSISTENT

Ein Werkzeug zur automatisierten Geländebeurteilung

OBERSTLEUTNANT CHRISTIAN TREU

Hintergrund

Der militärische Führungsprozess ist ein strukturierter Prozess, der als Kern die zielgerichtete Entscheidungsfindung in militärischen Operationen vorsieht. Dieser Prozess wird vom Grundsatz her auf allen Ebenen gleich angewendet und vollzieht sich in einem fortwährenden Kreislauf bestehend aus

- Lagefeststellung und Kontrolle,
- Entscheidungsfindung,
- Planung und
- Befehlsgebung.

Die Beurteilung der Lage in der Phase der Entscheidungsfindung nimmt hier eine bedeutende Rolle ein, da aus der Vielzahl der Einflussfaktoren im Gefecht geeignete Handlungsoptionen zur erfolgreichen Operationsdurchführung generiert werden müssen. Hierbei muss der militärische Entscheidungsträger die einzelnen Faktoren, seien es Geofaktoren, Stärke und Größe der feindlichen oder eigenen Kräfte und sonstige Gegebenheiten unter zeitkritischen Randbedingungen bewerten. Die Zeitkritikalität bei der Entscheidungsfindung wird in

der zukünftigen Gefechtsführung eine immer entscheidendere Rolle einnehmen, da durch die Kombination klassischer Gefechtsführung mit Wellen von Angriffen durch große Mengen automatisiert und autonom gesteuerter Systeme eine gänzlich andere Gefechtsdynamik zu erwarten ist. Entscheidungen, für die heute im Durchlaufen des militärischen Führungsprozesses teils Stunden benötigt werden, müssen zukünftig nach Minuten oder gar Sekunden getroffen werden. Erfolgreiche Führung beruht also primär darauf, zur richtigen Zeit eine hinreichende Menge der vorhandenen Ressourcen und Informationen richtig einzusetzen. Die militärische Operationsplanung steht damit vor spezifischen Herausforderungen, die sich aus der Dynamik der Operationsführung und der Unvorhersehbarkeit des gegnerischen Verhaltens ergeben. Ein hohes Entscheidungstempo und eine verlässliche Entscheidungsqualität erhalten dabei einen besonderen Stellenwert.

Im militärischen Gefecht nimmt die Beurteilung der Gelände- und Umweltbedingungen eine entscheidende Rolle für den operationellen Erfolg ein, da die eigenen Einheiten unter Betrachtung von Faktoren wie Geländebefahrbarkeit, Sichtlinien oder Wirkung geführt werden

müssen. Mittels automatisierter Verfahren kann der militärische Entscheidungsträger bei der Beurteilung von Gelände- und Umweltfaktoren in Kombination mit militärisch-taktischen Daten unterstützt werden.

ENTWICKLUNG DES STELLUNGSAHLASSISTENT (SWA)

Im Rahmen der F&T-Studie „Automatisierte Geländebeurteilung im militärischen Führungsprozess (AuGe)“ unter Leitung des BAAINBw wurde durch das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB) ein erster Prototyp des SWA entwickelt. Ziel dabei war die automatisierte Beurteilung des Geländes anhand von Merkmalen, die charakteristisch für wirksame Stellungen sind. Die Anwendung soll die Bewertung der Bedrohung der eigenen Stellungen durch den Feind unterstützen. Hierzu erfolgt eine Parametrierung und Gewichtung von relevanten Einflussfaktoren, um eine Bewertung der Stellungen und Beobachtungsbereiche zu ermöglichen.

Die Kernaufgabe des SWA liegt also im Finden einer guten Stellung. Aber was ist eigentlich eine „gute“ Stellung? Im Ergebnis sind dies Geländeabschnitte, in welchen einerseits eine gute Sicht/Wirkmöglichkeit, und andererseits eine gute Deckung vor Feindwirkung besteht. Beeinflusst wird die Stellungsgüte durch eine Vielzahl geografischer, taktischer und technischer Parameter, welche miteinander interagieren, invariant, aber auch dynamisch sein können.

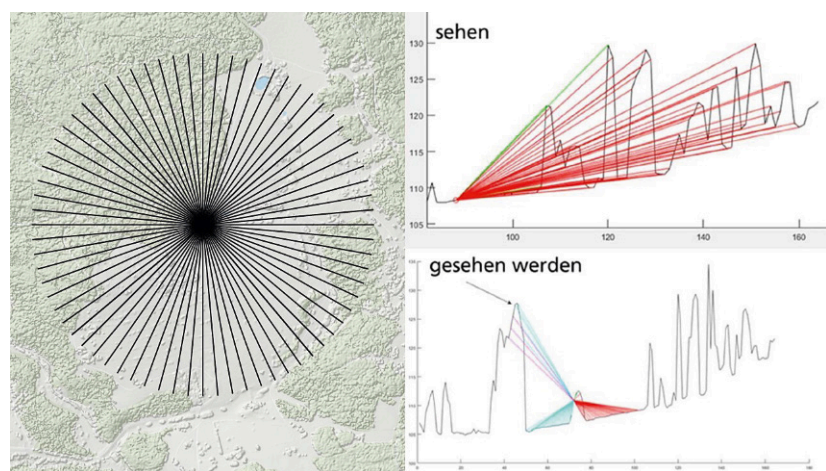
FUNKTIONSWEISE DES SWA

Der Prototyp des SWA wurde durch Fraunhofer IOSB auf QGIS-Basis mit Verwendung von Python erstellt; zunächst, um im Forschungskontext zu experimentieren. Datengrundlage bilden ein digitales Oberflächenmodell (DOM) und das korrespondierende digitale Geländemodell (DGM). Hat der Nutzende den zu analysierenden Bereich definiert, sind weitere Parameter wie die feindliche Angriffsrichtung, die eigene Beobachtungshöhe, die Beobachtungshöhe des Feindes und die maximale Sichtweite/Kampffernung je nach Waffensystem anzugeben. Aus dem DGM werden die Geländeneigung, die Geländeausrichtung und die Bewertung der Geländeausrichtung entsprechend der feindlichen Angriffsrichtung berechnet. Das DOM wird für die Berechnung der Sichtlinienberechnung verwendet, in welche ebenfalls das DGM mit ein-

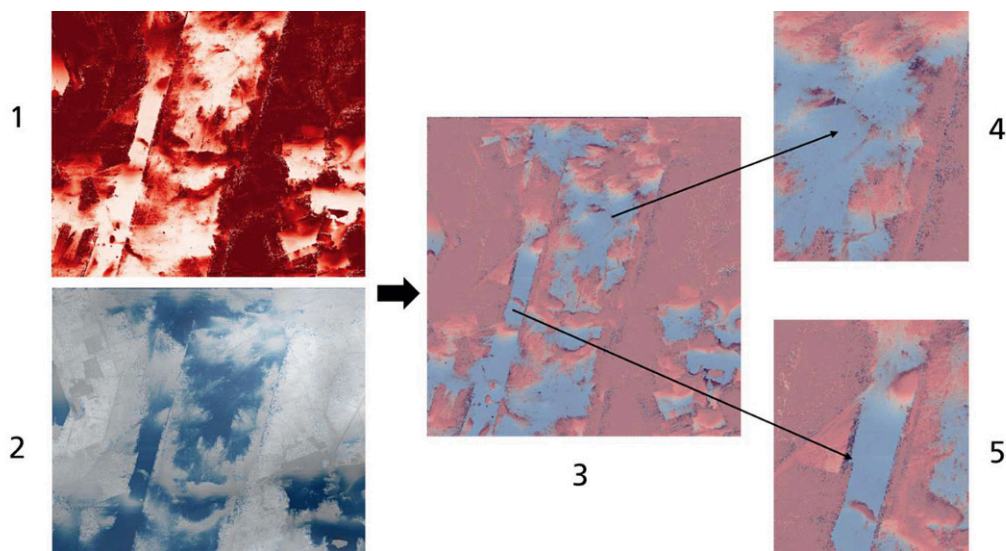
bezogen werden muss. Beide Ergebnisse beeinflussen die Bewertung der Stellungen. Die Sichtlinienberechnung stellt den komplexesten Anteil in der Berechnung der Stellungsgüte dar. Um jeden Bildpunkt im DOM werden Strahlbündel berechnet. Die Höhe des Bildpunktes wird aus der Höhe im DGM plus der vorgegebenen Beobachterhöhe berechnet. Ebenso wird mit der Höhe des Ziels verfahren. Ausgehend von der Lage des Bildpunktes, wird um jeden Bildpunkt in diskreten Schritten vom Ursprung nach außen iteriert. Für jeden Iterationsschritt wird geprüft, ob die Sichtlinie vom Beobachtenden zum Ziel oberhalb der bislang höchsten Sichtlinie liegt. Ist das der Fall, ist der Zielpunkt sichtbar und die höchste Sichtlinie wird aktualisiert. Dieser Vorgang wird für die eigene Beobachtungshöhe und die feindliche Beobachtungshöhe durchgeführt, sodass am Ende zwei Rasterdateien vorliegen. Die erste misst die eigene Wirk- bzw. Aufklärungsfähigkeit. Die zweite misst die Deckung der eigenen Position. In **Abbildung 1** wird diese Vorgehensweise verdeutlicht.

Das Ergebnis kann dahingehend beeinflusst werden, dass bei der Bewertung der Bildpunkte, die Winkel innerhalb der feindlichen Angriffsrichtung sowie auch die Entfernungen innerhalb der maximalen Sichtweite gewichtet werden können. Somit ergeben sich als Eingabeparameter für die Sichtlinienberechnung die maximale Kampffernung, die feindliche Angriffsrichtung, den Öffnungswinkel des beobachteten Bereichs, eine Gewichtungsfunktion für die eingehenden Winkel der Angriffsrichtung und eine Gewichtungsfunktion der ermittelten Entfernungen zu jedem Bildpunkt innerhalb der maximalen Kampffernung. Daneben wird eine Schrittweite/Abstand genutzt, mit welcher entlang eines Strahls die sichtbaren Punkte erfasst werden.

In **Abbildung 2** sind Wirk-/Aufklärungsfähigkeit (blau) und Deckung (rot) dargestellt (spezifische Farbdarstellungen der Zwischenergebnisse sind ebenfalls Bestand-



△ **Abb. 1:** Sichtlinienberechnung mit Strahlbündeln um einen Bildpunkt (links), Ermittlung der Bildpunkte, die ich sehe (rechts oben) und Ermittlung der Bildpunkte, von denen aus ich gesehen werde (rechts unten). (Quelle: Fraunhofer IOSB SWA QGIS Plugin Ablaufbeschreibung)



△ **Abb. 2:** Deckung (1); Sichtlinien (2); Überlagerung von Sichtlinien und Deckung (3); Detailansichten (4 und 5)
(Quelle: Fraunhofer IOSB SWA QGIS Plugin Ablaufbeschreibung)

teil des Plugins). Die Deckung entspricht hier der Sichtlinienberechnung für den Feind. Hier wird das invertierte Ergebnis genutzt, d. h. die Bildpunkte, die für den Feind schlecht bewertet sind, entsprechen einer guten Deckung für die eigene Position. Mit der Überlagerung beider Ergebnisse (teiltransparente Wirk-/Aufklärungsfähigkeit) werden Bereiche sichtbar, die einen lila Farbton aufweisen. Diese Bildpunkte sind ein Hinweis für gute Sicht und gute Deckung (siehe **Abb. 2:** Detailansichten (4) und (5)).

Die Zwischenergebnisse Rauigkeit, Neigung, Sichtlinie und Deckung werden für die statistische Auswertung als Bewertungsgrundlage für die Stellungsgüten in einem Vektorlayer mit Polygonen entsprechend der eingestellten Rasterweite der Ausgabe abgespeichert. Für jedes Polygon werden für die zugehörigen Rasterdateien für die Rauigkeit (R) und die Geländeneigung (N) die Mittelwerte und für Sichtlinie (S) und Deckung (D) die Maximalwerte bestimmt.

Im nächsten Schritt werden die Attributeinträge in der Vektortabelle für die Merkmale R, N, S und D normiert. Die Ermittlung der Stellungsgüten T folgt entsprechend der angegebenen Rechenvorschrift (siehe **Abb. 3**). Um die Möglichkeit zu haben aus den Stellungen wahlweise einzelne Stellungsgüten auswählen zu können, wurden die Daten mit der Klassifizierungsmethode der natürlichen Gruppierung in zehn Klassen unterteilt. In **Abbildung 4** ist exemplarisch das Ergebnis des SWA-Plugins dargestellt. Hier sind die sechs am besten bewerteten Stellungen dargestellt.

FACHPROJEKT ZUR BEREITSTELLUNG DES SWA IM GIS-PORTAL DES ZGEOBW

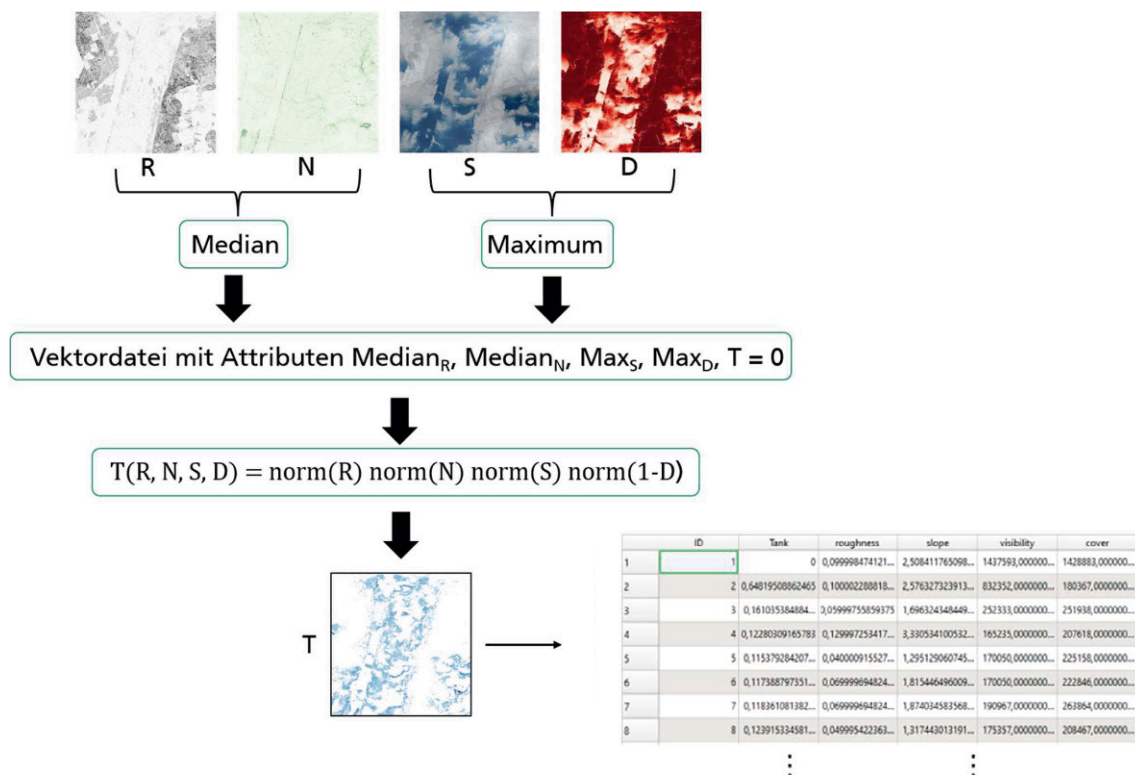
Das Dezernat Geoinformatik wurde beauftragt, den SWA in die ESRI ArcGIS Enterprise Umgebung des

ZGeoBw einzubringen und damit die Funktionalität des Stellungswahlassistents allen Nutzenden in der Bundeswehr bereitzustellen. Der Prototyp wurde im Rahmen eines Fachprojektes durch Fraunhofer IOSB und ESRI auf die ESRI Software portiert. Derzeit erfolgen noch Anpassungen am Python-Programmcode mit dem Ziel der Verbesserung der Performance des Tools. Die Realisierung des SWA als Anwendung im GIS-Portal wird voraussichtlich bis Mitte 2025 erfolgen. Die Implementierung im GIS-Portal erfolgt in zwei Ausprägungen des Tools. Zum einen als SWA für die querschnittliche Nutzung in der Bundeswehr. Eine zweite Variante, der „SWA Pro“ ist für die Nutzung durch GeoInfo-Fachpersonal vorgesehen. Der Unterschied der beiden Ausprägungen besteht in den Möglichkeiten, weitere Datenquellen einzubinden und die für die Berechnung zu verwendenden Höhendaten explizit auszuwählen. Weiterhin wird der SWA Pro auch als Python-Toolbox bereitgestellt und kann somit direkt in die Desktop-Anwendung ArcGIS Pro eingebunden werden. So kann das Tool auch ohne den Zugriff auf das GIS-Portal mit lokal vorliegenden Geoinformationen betrieben werden.

WEITERENTWICKLUNG

Im Jahr 2024 wurde die Nachfolgestudie zur „Automatisierten Geländebeurteilung im militärischen Führungsprozess zur Beschleunigung der Entscheidungsfindung“ (AuGe 2) initiiert. Die Laufzeit wird drei Jahre betragen, wobei nach einem Jahr eine Minimal-Prototypenversion vorliegen soll, welche jeweils nach Jahr zwei und drei weiterentwickelt werden soll. Mit der automatisierten Geländebeurteilung werden initial drei Anwendungsgebiete angesprochen:

1. Die Unterstützung bei der Operationsplanung mit der automatisierten Geländebeurteilung als Assistenz-

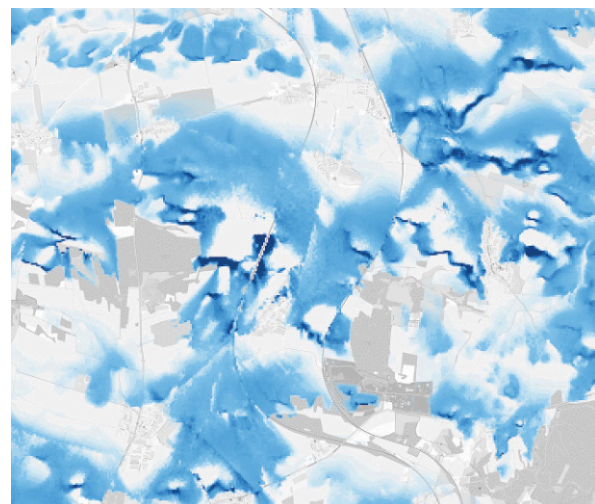


△ Abb. 3: Prozesskette zur Berechnung der Stellungen T mit Rauigkeit (R), Geländeneigung (N), Sichtlinie (S) und Deckung (D)
(Quelle: Fraunhofer IOSB SWA QGIS Plugin Ablaufbeschreibung)

funktion für die Erstellung des vorläufigen Operationsplans – Operationsplanungsassistent OPIA,

2. die Unterstützung bei der Führung im Gefecht mit der automatisierten Geländebeurteilung für vorausschauende Nutzung der Lage – Gefechtsführungsassistent GeFA und
3. die Unterstützung in der Stellung mit dem Stellungswahl-assistent SWA+ mit Zusatzfunktionen für Unterstützung auf Ebene Einzelfahrzeug bis Zug.

Durch den verstärkten Einsatz von künstlicher Intelligenz soll hierbei die Entscheidungsfindung bei militärischen Operationen unterstützt und beschleunigt werden. Diese Technologie ermöglicht es der militärischen Führung, sofort auf operative Veränderungen zu reagieren. Durch die Analyse von Geodaten und des militärischen Lagebildes liefert das System automatisch Vorschläge zur Verschiebung der eigenen Kräfte, um das Missionsziel zu erreichen und potenzielle Risiken zu eliminieren. Entsprechend des strategischen Ansatzes wählt der militärische Führer die neue Stellung aus und gibt die Informationen direkt an die Truppe weiter. Die Technologieentwicklung zur automatischen Geländebeurteilung muss hierbei umfassend betrachtet werden. Zum einen im Hinblick auf die Beschleunigung des Verfahrens und zum anderen auf eine wirkliche qualitative Unterstützung der Entscheidungsfindung. Parallelisierung in der präzisen Verarbeitung großer Datenmengen und KI-gestütztes Training des taktischen Verhal-



△ Abb. 4: SWA Ergebnis: Überlagerung der OpenStreetMap Karte mit den sechs besten Stellungsgütern in blau dargestellt.
(Quelle: Fraunhofer IOSB SWA QGIS Plugin Ablaufbeschreibung)

tens für unbemannte Systeme bilden die technische Grundlage dafür. Weiterhin sollen durch die Darstellung von Zwischenergebnissen und die Führungsebenen gerechte Abstraktion, kombiniert mit der Berechnung auf der höchsten sinnvollen Auflösung, dem Entscheidungsträger die Möglichkeit gegeben werden „dem Team beim Denken zuzusehen“ und Vertrauen in das System zu gewinnen.

ABKÜRZUNGEN:

DGM	Digitales Geländemodell
DOM	Digitales Oberflächenmodell
GIS	Geographisches Informationssystem
IOSB	Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung
SWA	Stellungswahlassistent

QUELLEN:

BERICHTE/VORTRÄGE:

Projekt Stellungswahlassistent (SWA) am 24.2.2021 bei KdoH II 2 (3), Straußberg

SWA QGIS Plugin Ablaufbeschreibung, Dipl.-Inform. Peter Wernerus, Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Ettlingen vom 19.11.2021

NAVIGIEREN OHNE GPS

Wie Kommunikationssatelliten neue Möglichkeiten schaffen

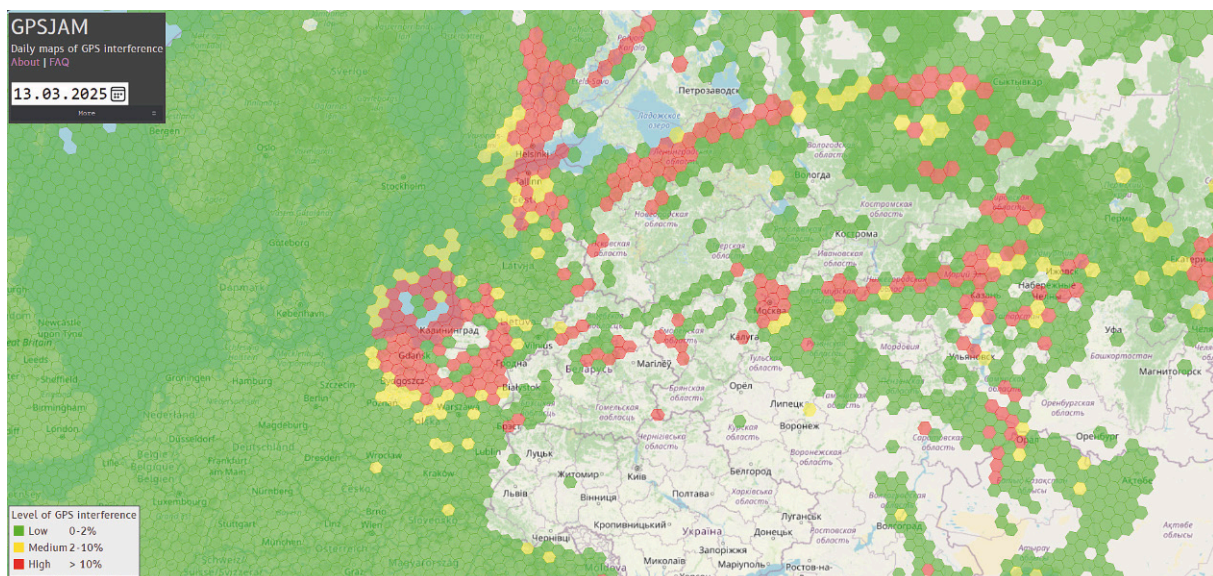
MAJOR WINFRIED STOCK, MAJOR RENÉ ANGER, PROFESSOR DR. ING. ANDREAS KNOPP

Die zuverlässige Bereitstellung von Positionierungs-, Navigations- und Zeitfestlegungs-Diensten (PNZ; eng. PNT- Positioning, Navigation and Timing) ist eine Grundvoraussetzung in nahezu allen Bereichen moderner Gesellschaften. Die Dienste können bodengestützt oder raumgestützt arbeiten. Von alltäglichen Anwendungen wie der Navigation im Straßenverkehr, über sicherheitskritische Systeme in der Luft- und Seefahrt, bis hin zu militärischen Einsatzbereichen bildet PNZ die Grundlage für zahlreiche Unterstützungsdienste. Trotz ihrer zentralen Bedeutung sind die Navigationssignale der weit verbreiteten GNSS (eng. Global Navigation Sa-

tellite Systems), wie GPS (eng. Global Positioning System) oder Galileo anfällig für Jamming und Spoofing. Solche Angriffe stören oder manipulieren gezielt die durch GNSS-Empfänger zu verarbeitenden Signale und erschweren damit die GNSS-Nutzung bis hin zur Unbrauchbarkeit.

Wiederkehrende Schlagzeilen betonen, wie präsent die Bedrohung durch gezielte GNSS-Störungen und wie weitreichend die Auswirkungen z. B. auf die zivile Luft- und Seefahrt, aber auch auf militärische Operationsvorhaben, sind. Die Intensität von GPS-Störungen im Flugverkehr vor allem im Bereich der Ostsee kann **Abbildung 1** entnommen werden.

Das Dezernat Navigation und Geodäsie beschäftigt sich deshalb neben der Beratung zu PNZ, d. h. der Beratung



△ Abb. 1: Darstellung von GPS-Störungen im Flugverkehr anhand von ADS-B-Daten (Quelle: gpsjam.org, Stand 13.3.2025)

u. a. zur Nutzung und zum Umgang mit gängigen GNSS, also raumgestützten PNZ-Diensten, auch mit alternativen Navigationsmethoden z. B. in „GNSS-denied“-Umgebungen. Die Etablierung und Aufrechterhaltung interdisziplinärer Kooperationen mit Forschungszentren und akademischen Einrichtungen ermöglicht eine kontinuierliche Aktualisierung des Wissensstandes und gewährleistet die Integration neuester Erkenntnisse alternativer Navigationsverfahren im Sachgebiet „Seamless Navigation“.

Eine innovative und vielversprechende Methode ist die Nutzung der Signale von Kommunikationssatelliten im Low Earth Orbit (LEO). Bei diesem als Opportunistic LEO-PNT bezeichneten Ansatz wird auf bereits existierende Satelliten und deren ohnehin abgestrahlten Signale zurückgegriffen. Insbesondere die seit wenigen Jahren entstehenden Megakonstellationen, wie Starlink, bieten ein großes Potenzial.

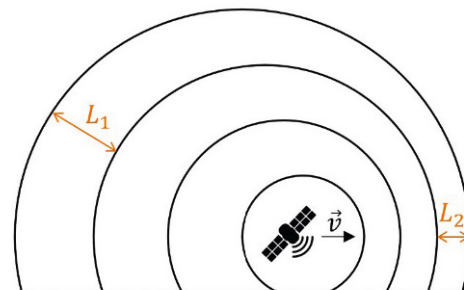
An der Universität der Bundeswehr München (UniBw M) befasst sich der Lehrstuhl für Informationsverarbeitung mit der Erforschung und Weiterentwicklung von Technologien für robuste PNT-Lösungen und dabei auch mit LEO-PNT. Die folgenden Abschnitte schildern die Funktionsweise von Opportunistic LEO-PNT als eine alternative zu GNSS, den aktuellen Forschungsstand an der UniBw M und geben einen Ausblick auf künftige Entwicklungen sowie Herausforderungen.

HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN

Der Ansatz von Opportunistic LEO-PNT unterscheidet sich grundlegend von dem klassischer GNSS-Systeme. GNSS nutzt speziell entwickelte Satelliten (meist) im Medium Earth Orbit (MEO), die Signale abstrahlen, welche zur Positions- und Zeitbestimmung konzipiert wurden. Opportunistic LEO-PNT hingegen nutzt Satelliten und Signale, die ausschließlich für eine effiziente Kommunikation vorgesehen sind. Die sich daraus ergebenden Unzulänglichkeiten (aus PNT-Sicht), wie zum Beispiel weniger genaue Oszillatoren, schlechtere Korrelationseigenschaften der Signale, eine nicht für PNT-Zwecke optimierte Signalverfügbarkeit, etc. machen bei Opportunistic LEO-PNT eine anspruchsvolle Signalverarbeitung und Zustandsschätzung am PNT-Empfänger notwendig. Darüber hinaus enthalten die Kommunikationssignale grundsätzlich keine Informationen über die Position und Geschwindigkeit des beobachteten Satelliten. Die für die PNT-Schätzung jedoch wichtigen Orbitinformationen (die z. B. vom North American Space Defense Command veröffentlicht werden) müssen daher dem PNT-Empfänger über einen zusätzlichen Kommunikationskanal zur Verfügung gestellt werden.

Auf der anderen Seite haben die Kommunikationssignale aus dem LEO jedoch auch einige vorteilhafte Eigenschaften: Aufgrund der geringen Entfernung zur Erdoberfläche ist die Empfangsstärke der Signale aus dem LEO höher als bei klassischen GNSS-Signalen. Der niedrige Orbit sorgt für eine sehr hohe Relativgeschwindigkeit zwischen dem Satelliten und dem PNT-Empfänger. Dies führt zu einer starken Dopplerverschiebung des Signals (siehe [Abb. 2](#)). Dieser Effekt wird in der Mehrzahl der derzeit erforschten Opportunistic LEO-PNT Systeme genutzt. Darüber hinaus befinden sich mittlerweile mehrere Tausend solcher Kommunikationssatelliten im Betrieb. Dies sorgt für eine sehr hohe Verfügbarkeit jener Signale. Die hohe Trägerfrequenz, z. B. der Starlink-Breitbandsignale (im Ku-Band) erlaubt zudem den Einsatz von Empfangsantennen mit einer hohen Richtwirkung bei gleichzeitig verhältnismäßig kompakten Abmessungen. Jamming und Spoofing solcher PNT-Empfänger könnten so in Zukunft wirkungsvoll unterdrückt werden.

berfläche ist die Empfangsstärke der Signale aus dem LEO höher als bei klassischen GNSS-Signalen. Der niedrige Orbit sorgt für eine sehr hohe Relativgeschwindigkeit zwischen dem Satelliten und dem PNT-Empfänger. Dies führt zu einer starken Dopplerverschiebung des Signals (siehe [Abb. 2](#)). Dieser Effekt wird in der Mehrzahl der derzeit erforschten Opportunistic LEO-PNT Systeme genutzt. Darüber hinaus befinden sich mittlerweile mehrere Tausend solcher Kommunikationssatelliten im Betrieb. Dies sorgt für eine sehr hohe Verfügbarkeit jener Signale. Die hohe Trägerfrequenz, z. B. der Starlink-Breitbandsignale (im Ku-Band) erlaubt zudem den Einsatz von Empfangsantennen mit einer hohen Richtwirkung bei gleichzeitig verhältnismäßig kompakten Abmessungen. Jamming und Spoofing solcher PNT-Empfänger könnten so in Zukunft wirkungsvoll unterdrückt werden.



längere Wellenlänge $L_1 \rightarrow$ niedrigere Frequenz
kürzere Wellenlänge $L_2 \rightarrow$ höhere Frequenz

△ **Abb. 2:** Ein von einem sich bewegenden Satelliten abgestrahltes Signal unterliegt dem Doppler-Effekt. (Quelle: modifiziert nach UniBw M)

FORSCHUNG

Die Forschungstätigkeiten am Lehrstuhl für Informationsverarbeitung konzentrieren sich insbesondere auf zwei Bereiche: Zum einen werden Methoden zur Auswertung von Kommunikationssignalen (insbesondere Starlink) für PNT untersucht. Dabei wird auf Signalmessungen (siehe [Abb. 3](#)) zurückgegriffen und die Signalstruktur untersucht (siehe [Abb. 4](#)), um leistungsfähige Algorithmen zu entwickeln. Zum anderen werden am Institut theoretische Systemanalysen durchgeführt, um die Leistungsfähigkeit zukünftiger Opportunistic LEO-PNT Systeme abschätzen zu können. Wesentliche Einflussgrößen sind dabei die Genauigkeit der verfügbaren Orbitinformationen, die Genauigkeit der Oszillatoren an Bord der Satelliten und im Empfänger, sowie atmosphärische Effekte. Darüber hinaus ist maßgeblich, wie genau z. B. die Frequenz des empfangenen Signals gemessen werden kann. Insbesondere beeinflusst auch die geometrische Anordnung der Satelliten, von denen Signale empfangen werden können, die Genauigkeit der resultierenden PNT-Schätzung.

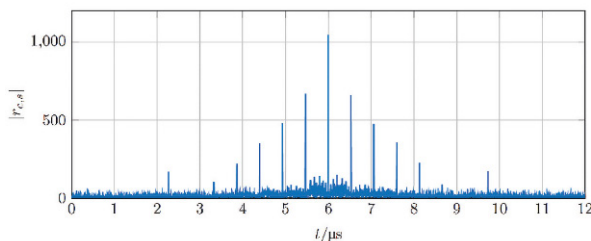
¹ Mit „GNSS-denied“ bezeichnet man Situationen oder Orte, in denen GNSS-Signale (Global Navigation Satellite Systems) nicht empfangen werden können. Dies kann durch physische Hindernisse, technische Probleme oder absichtliche Störungen, wie Jamming und Spoofing, verursacht werden.



△ **Abb. 3:** Ein Starlink-Userterminal zur Signalmessung auf dem Antennenfeld der Universität der Bundeswehr München (Quelle: Bundeswehr/Hofmann)

Zudem hängt die erreichbare Genauigkeit eines Opportunistic LEO-PNT Empfängers stark vom Empfänger-konzept ab. Statische Empfänger, die die Kommunikationssignale für einige Sekunden bis Minuten beobachten, erreichen in den durchgeführten Analysen Genauigkeiten von unter zehn Metern. Die Genauigkeit eines sich dynamisch bewegenden Empfängers wird jedoch deutlich über 100 Meter liegen. Die Verwendung einer Basisstation mit bekannter Position, die ebenfalls die betreffenden Kommunikationssignale beobachtet und in Kooperation mit einem Empfänger dessen Position schätzt, verspricht Positionierungsgenauigkeiten von unter fünf Metern. Dies gilt insbesondere auch für sich dynamisch bewegende Empfänger, z. B. in UAVs. Konzepte, die Opportunistic LEO-PNT nur für eine sehr begrenzte Zeit (bis zu Minuten) nutzen, um z. B. einen lokal begrenzten GNSS-Ausfall zu überbrücken, oder Konzepte, die einige wenige verfügbare GNSS Signale mit Kommunikationssignalen kombinieren, zeigen (sehr fallabhängige) Genauigkeiten von um die zehn Meter (auch in dynamischen Empfängern).

AUSBLICK



△ **Abb. 4:** Detektion einer Starlink-Synchronisationssequenz (Quelle: UniBw M)

Die bisher durchgeführten Systemanalysen weisen auf einige vielversprechende militärische Anwendungsfelder für Opportunistic LEO-PNT hin. Insbesondere könnte diese Technologie für den Einsatz auf Schiffen zur robusten GNSS-freien Navigation gut geeignet sein. Da sich Schiffe in der Regel über längere Zeiträume mit

konstanter Geschwindigkeit bewegen, könnten hier wohl Genauigkeiten erreicht werden, die mit dem statischen Fall vergleichbar sind. Zudem dürften die Anforderungen an einen geeigneten Empfänger hinsichtlich Größe, Gewicht und Leistungsaufnahme relativ gering sein. Aber auch der Einsatz auf Fahrzeugen oder sogar im Rucksackformat erscheint denkbar.

Auch wenn die Technologie von „Opportunistic LEO-PNT“ noch weiterer Forschung und Entwicklung bedarf, ist sie ein vielversprechender Ansatz für die Entwicklung störrésilienter PNT-Systeme.

Die Forschung an der UniBw M trägt dazu bei, den Reifegrad zu erhöhen und die Technologie den Streitkräften in Zukunft zugänglich zu machen.



PNZ bezeichnet Verfahren, Informationen und Technologien zur Ortsbestimmung, Navigation und Bereitstellung von Zeitinformationen.



Der **Lehrstuhl für Informationsverarbeitung** an der Universität der Bundeswehr München befasst sich insbesondere mit Satellitenkommunikation, sicherer Kommunikation, verteilten Systemen und Signalerfassung.



Die **Synchronisationsfrequenz** in der Satellitenkommunikation ist die Frequenz, die verwendet wird, um Sender und Empfänger aufeinander abzustimmen, damit eine zuverlässige Kommunikation gewährleistet werden kann.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR:

STOCK, W.; SCHWARZ, R.; HOFMANN, C. A.; KNOPP, A. (2025): Survey On Opportunistic PNT With Signals From LEO Communication Satellites, In: IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 27, S. 77-107.

EISFELLER, B. (2025): Alles auf Anfang? Satellitennavigation aus dem niedrigen Erd-Orbit (LEO-PNT), In: zfv 2/2025, S. 91-103.

KONSOLIDIERUNG DER IT IM GEOINFODBW

Einblicke in den Pilotrollout bei der 1. PzDiv G2 GeoInfoW Oldenburg und Ausblicke zum Programm LE1

OBERSTLEUTNANT RAINER SUHR

ZIELE, HINTERGRÜNDE UND FORTSCHRITT IM PROGRAMM

Im Januar 2022 wurde das Programm LE1 IT-U GeoInfoDBw gestartet mit dem Ziel auch zukünftig, einen leistungsfähigen, wirtschaftlichen, stabilen und zukunftsfähigen Betrieb der fachbezogenen IT-Systeme sicherzustellen. Im Zuge dessen wird seit Vertragsabschluss daran gearbeitet, die IT-Umgebung des GeoInfoDBw zu konsolidieren und weitestgehend auf Standard-Services der BWI zu überführen.

Die Migration von ca. 1.350 GeoInfo-Rechnern (APCs), 3.500 Monitoren und 260 Server-Instanzen für Anwendungen und Datenbanken, schreitet durch das Zusammenwirken von 16 Teilprojekten (TP) – zwei abgeschlossen, neun noch nicht gestartet mit Stand März 2025 – voran. Die Umsetzung ist bis 2028 geplant und startete mit der Migration der Infrastruktur und Ausstattung, der Anwendungen und Datenbanken wie MOpS-Net (Systemverbund), NinJo (Wetterberatung), DB-Weltweit, Extraction Guide, GDMS sowie einer Service-weiterentwicklung des Geospatial Application Service (GAS). Die verbleibenden TP starten nun sukzessive, so dass bis Ende 2028 alle TP abgeschlossen und migriert wurden.

EINBLICK IN DEN PILOTROLLOUT BEI DER 1. PZDIV G2 GEOINFOW OLDENBURG

Im Zuge des TP03 Ausstattung, wurde ein erster Pilotrollout im GeoInfoDBw in der 1. PzDiv G2 GeoInfoW in Oldenburg durchgeführt. In diesem Pilotrollout wurde die geplante Hardware APC PC11 ausgerollt, getestet und ausgewertet. Ergebnisse wurden mit einer Abfrage mittels eines Fragenkataloges und entsprechenden Testfällen eingeholt. Dieses hat ein umfangreiches Bild für die Projektleitung, über den Pilotrollout ergeben.

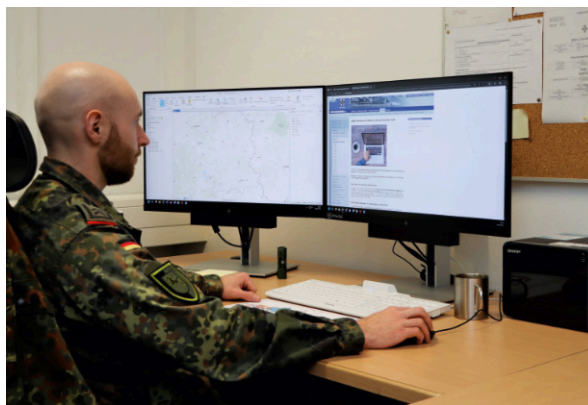
Der Pilotrollout wurde eng durch das Dezernat GeoInfo Migrationsprojekte, die BWI und das Veränderungsmanagement begleitet. Die bereitgestellten Informationen und der vorangegangene Vor-Ort-Termin in Oldenburg wurde seitens der Nutzenden der 1. PzDiv G2 GeoInfoW als sehr zielführend empfunden. Durch einen intensiven Austausch und Rückmeldungen konnten wertvolle Erkenntnisse für den zukünftigen Rollout im GeoInfoDBw gesammelt werden. Ziel seitens der Pro-

jektleitung ist es, den potentiellen Mehraufwand für die einzelnen Dienststellen (DSt) so gering wie möglich zu halten und Informationen umfassend und zielgerichtet im Vorfeld des Rollouts an die Nutzer zu verteilen.

Mit dem Pilotrollout erfolgte auch der Rollout der Drucker und anderer Peripheriegeräte, diese konnten mit der neuen Hardware, als auch mit noch vorhandener grünen GeoInfo Fachtechnik direkt in Betrieb gehen und die Arbeitsfähigkeit wurde sichergestellt. Informationen dazu wurden im [Wissensportal](#) (Portal Konsolidierung der IT im GeoInfoDBw; nur intern) eingepflegt und sind dort ab sofort unter der Rubrik FAQs einsehbar.

Bezüglich der Vorbereitung des Rollouts der APCs wurde seitens der DSt angemerkt, dass insbesondere die sowohl im Vorfeld als auch im Nachgang durchgeführten Online-Sprechstunden als hilfreich empfunden wurden. Diese werden für zukünftige Rollouts beibehalten. Ein weiteres Ergebnis des Piloten war der Wunsch nach Nennung konkreter Ansprechpersonen, an welche offene Fragen und Punkte (wie beispielsweise fehlende Software, welche für den Betrieb benötigt wird) adressiert werden können. Auch Informationen hinsichtlich Abgrenzung des HFP-Rollouts zu Hardware, die für Übung und Einsatz benötigt wird, wurde klargestellt und den Nutzenden aufgezeigt.

Der Mehrwert wird in der neuen Hardware vor allem darin gesehen, dass alle **notwendigen Anwendungen auf einem Client verfügbar** sind und zentral durch die BWI administriert werden. Dies bedeutet vor allem, dass **die Administration und Härtung der Systeme nicht mehr durch GeoInfo-Personal erfolgen muss**.



△ Abb. 1: Arbeitsfähigkeit an neuem HFP Client – PC11 (Quelle: Bundeswehr/1. PzDiv G2 GeoInfo)

Die Arbeitsfähigkeit ist mit der neuen Hardware sichergestellt. Perspektivisch könnte es zu Herausforderungen kommen, wenn man das Datenvolumen von GeolInfo-Daten betrachtet. Hintergrund: Die zu bearbeitenden Projekte müssen aufgrund der lokal weniger performanten Bandbreite auf den Clients gespeichert werden, um diese zu bearbeiten. Besonders bei der parallelen Bearbeitung mehrerer Projekte könnte der Speicherplatz ohne zusätzlichen externen Speicher limitiert sein. Aktuell stellen die Netzwerkkapazitäten das Arbeiten ohne dezentralen Speichermedien (NAS) nicht sicher. Ergebnisoffen und lösungsorientiert wird derzeit an dieser Problematik mit Nachdruck seitens BWI und ZGeoBw in Abstimmung mit den Bedarfen des GeolInfoDBw gearbeitet.

In der Gesamtbetrachtung fällt das Fazit zu dem Pilotrollout positiv aus. Die Richtung ist klar definiert, der erste Baustein für den flächendeckenden Rollout wurde hier mit der 1. PzDiv GeolInfo gelegt. Gemäß dem Motto des Sachgebietsleiters Landeskunde der 1. PzDiv G2 GeolInfoW „Einfach heiter weiter“ wird kontinuierlich dem erstrebten Zielbild entgegengesprochen, um langfristig Verbesserungen und ein einheitliches Arbeiten zu ermöglichen. Rückmeldungen und konstruktive Beiträge werden aufgenommen, um gemeinsam die nächsten Schritte zu gehen und Meilensteine zu erreichen.

AKTUELLE INFORMATIONEN ZU DEM ROLLOUT DER DRUCKER UND PLOTTER

Der Pilotrollout in der 1. PzDiv G2 GeolInfoW hat das TP03 Ausstattung besonders in den Vordergrund gerückt. Dieses TP besitzt die längste Laufzeit im Programm und wird nahezu alle Angehörigen des GeolInfoDBw betreffen. Es befasst sich mit dem Rollout von APCs, Monitoren und Peripheriegeräten.

Eine wiederkehrende Frage stellt die Möglichkeit des Druckens von grüner GeolInfo Fachtechnik auf weißer (BWI) Peripherie dar. Wie dies funktioniert, kann an dieser Stelle (interner Link) in den FAQs im [Wissensportal](#)



△ Abb. 2: Druck mit neuem Plotter ermöglicht (Quelle: Bundeswehr Bundeswehr/1. PzDiv G2 GeolInfo)



△ Abb. 3: Rollout neuer Hardware seitens BWI (Quelle: Bundeswehr Bundeswehr/1. PzDiv G2 GeolInfo)

nachgelesen werden. Zudem wurden diese Informationen auch verteilt. Im Wissensportal können Sie darüber hinaus weitere Antworten auf aufkommende Fragen hinsichtlich der Konsolidierung der IT im GeolInfoDBw finden.

Um die Arbeitsfähigkeit sicherzustellen, stellt das TP03 Ausstattung ein reines Rolloutprojekt dar. Aus diesem Grund wird über das TP03 keine Rückführung von Hardware gesteuert. Die Rückführung der „grünen“ GeolInfo-Fachtechnik liegt in der Zuständigkeit bei den jeweiligen Bevollmächtigten des jeweiligen OrgBer (BV). Dort wird in Zusammenarbeit mit den Dienststellen und der Projektleitung bei der WTD-91 die Rückführung ausgeplant.

GEPLANTE AKTIVITÄTEN DES VERÄNDERUNGSMANAGEMENTS UND PROGRAMMS

Das Programm spiegelt durch seine Größe, sowie die notwendige Abstimmung der Inhalte und Zeitlinien der einzelnen Teilprojekte, eine zunehmende Komplexität wider. Eine konsistente Abstimmung und fortwährender Austausch nicht nur innerhalb des Programmes, sondern ebenfalls in Richtung der Nutzenden ist notwendig. Die Transition der IT-Landschaft des GeolInfoDBw ist sehr umfangreich, da neben der technischen Machbarkeit auch die funktionale Bedeutung und vor allem die Kritikalität der Anwendungen (bspw. MOpsNet, NinJo,

FmZ, SaDaVa) berücksichtigt werden muss. Die Steuerung der notwendigen Aktivitäten erfolgt gemeinsam durch ZGeoBw, BAAINBw und BWI.

Auf Basis dessen soll im Jahr 2025 ein Multiplikatorennetzwerk eingeführt werden. Dieses Multiplikatorennetzwerk schafft einen wechselseitigen Kommunikationskanal, der aus ausgewählten Mitarbeitenden besteht, die sich für die mit dem Programm verbundenen Veränderungen einsetzen. Der Teilnehmerkreis wird in Abstimmung mit dem Dezernat GeoInfo Migrationsprojekte festgelegt und bei Bedarf sukzessive erweitert. Ein wesentlicher Bestandteil des Netzwerkes sind die regelmäßigen Netzwerkmeetings, welche als Kontaktpunkte für aktuelle Informationen, Kommunikationsmaterialien und Feedback genutzt werden sollen. Das Netzwerk wird mittels einer Kick-Off-Veranstaltung initiiert. Nachfolgend sind neben den Netzwerkmeetings weitere Formate, wie u. a. Umfragen, Sprechstunden, Schaufenstertermine oder die Verteilung von Kommunikationsmitteln geplant.

Darüber hinaus wurden im Zeitraum September bis November 2024 durch das Dezernat GeoInfo Migrationsprojekte durch Informationsveranstaltungen im ZGeoBw über aktuelle Schritte des Programms informiert. Um den Austausch weiterhin zu fördern und Raum für Fragen und Anregungen zu bieten, sind weitere Informationsveranstaltungen für die Teilstreitkräfte im GeoInfoDBw geplant. Noch vor dem in diesem Jahr beginnenden Flächenrollout der APCs wird den Betroffenen die Möglichkeit geboten, sich zu informieren und Feedback zu geben. Ergänzt wird dies durch unterschiedliche Formate, wie anonymisierte Online-Umfragen, direkte Vernetzung mit weiteren Nutzenden und Raum für Diskussionen und offenen Fragen an Fachkundige.

WISSENSPORTAL, NÜTZLICHE LINKS UND TECHNISCHER SUPPORT

Seit Juli 2024 wird das Wissensportal mit dem Titel „Portal Konsolidierung der IT im GeoInfoDBw“ bereitgestellt, auf welchem das Dezernat GeoInfo Migrationsprojekte in Zusammenarbeit mit der BWI u. a. grundlegende Informationen zum Programm und zu den einzelnen Teilprojekten, FAQs sowie relevante Prozessanleitungen bereitstellt. Die Informationen werden regelmäßig aktualisiert und um weitere Informationen, z. B. zu anstehenden Rollouts erweitert.

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

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

Hier können Sie die im Text angesprochenen FAQs nachlesen (nur intern):

<https://teams.ecm.bundeswehr.org/portale/P5609413020/SitePages/FAQ-Hardware.aspx?web=1>

Rückfragen können jederzeit über das Funktionspostfach an das Dezernat GeoInfo Migrationsprojekte gestellt werden:

ZGeoBwV17GeoInfoMigrationsobjekte@bundeswehr.org

Für weitere Fragen technischer Natur steht jederzeit der User Help Desk (UHD) der BWI, Tel. 90-44444 zur Verfügung.

POLITISCHE BILDUNG DES ZGEOBW IN FÜRTH UND NÜRNBERG

Der Kalte Krieg – Historische Systemkonfrontation oder Realität der Gegenwart?

HAUPTMANN JULIAN BIRGEL

Am 2. Dezember 2024 begann die politische Bildungsfahrt des ZGeoBW mit insgesamt 24 Teilnehmenden, die sich in den frühen Morgenstunden von Euskirchen auf den Weg machten. Das zentrale Thema dieser Fahrt war „Der Kalte Krieg“, ein Kapitel der Geschichte, das auch heute noch viele geopolitische Fragestellungen prägt. Auf dem Weg nach Fürth war ein Zwischenstopp auf dem Heldenfriedhof in Höchststadt eingeplant, wo die Gruppe von Oberstleutnant a. D. Schwarz empfangen wurde. Er nutzte den Ort nicht nur, um auf die geopolitischen Spannungen des Kalten Krieges einzugehen, sondern erinnerte auch an die Schrecken der beiden Weltkriege. Die Gedenkstätte, die gefallenen Soldaten aus verschiedenen Epochen gewidmet ist, machte eindrucksvoll deutlich, welche Auswirkungen militärische Konflikte auf Generationen hatten.



△ Abb. 1: Erinnerung an gefallene Soldaten auf dem Heldenfriedhof Höchststadt (Quelle: ZGeoBW/Birgel)

In seinem Vortrag spannte Schwarz den Bogen von den Weltkriegen über die Teilung Deutschlands bis hin zu den strategischen Herausforderungen des Kalten Krieges. Dabei wurde insbesondere die Rolle Deutschlands als „Schauplatz“ der Systemkonfrontation zwischen Ost und West herausgestellt. Im Anschluss an den Vortrag und die Besichtigung fuhr die Gruppe weiter nach Fürth, wo das Hotel für die nächsten Tage bezogen wurde. Der Abend stand zur freien Verfügung, um sich auf die kommenden Programmpunkte einzustimmen und sich mit den Eindrücken des ersten Teils der Reise auseinanderzusetzen. Der erste Tag der Fahrt war bereits von historischer Bedeutung geprägt und vermittelte ein erstes starkes Gefühl für die Komplexität der globalen Konflikte des 20. Jahrhunderts, die bis in die heutige Zeit hineinreichen. Die Gruppe war gespannt auf die vertiefende Auseinandersetzung mit dem Kalten Krieg in den kommenden Tagen.

SCHUTZBUNKER UND LUDWIG ERHARD ZENTRUM

Nach einer ruhigen Nacht und einem stärkenden Frühstück begann der zweite Tag der politischen Bildungsfahrt mit einem Blick in die dunklen Tiefen der Vergangenheit. Der Vormittag stand ganz im Zeichen der zivilen und militärischen Schutzmaßnahmen während des Kalten Krieges. Ein Thema, das gerade in Deutschland eine besondere Bedeutung hatte. In Nürnberg standen zwei besondere Zeitzeugen auf dem Programm: der Bunker unter der Krebsgasse und der Bunker unter dem Hauptbahnhof. Diese Anlagen, ursprünglich für den Zweiten Weltkrieg errichtet, wurden während des Kalten Krieges aufgerüstet und an die Bedrohungslage eines möglichen Atomschlags angepasst. Die beklemmende Enge der Gänge, die niedrigen Decken und der Geruch feuchter Betonwände vermittelten ein Gefühl davon, was es bedeutet hätte, im Ernstfall hier Schutz suchen zu müssen. Die Führung in der Krebsgasse verdeutlichte, wie sich der Zivilschutz auf einen möglichen Angriff vorbereitete. Notstromaggregate, Wasserreserven und enge Schlafbereiche zeigten, dass Überleben unter solchen Bedingungen eine Herausforderung gewesen wäre. Im Bunker unter dem Hauptbahnhof war vorgesehen, dass im Ernstfall Tausende Menschen Zuflucht finden sollten. Doch die Realität zeigte, dass diese

Schutzräume in einem nuklearen Krieg wohl kaum ausgereicht hätten. Die eindrucksvollen Schilderungen der Guides, gepaart mit den erhaltenen Relikten aus der Zeit des Kalten Krieges, sorgten für nachdenkliche Gesichter.



△ Abb. 2: Schlafplätze im Bunker unter dem Nürnberger Hauptbahnhof (Quelle: ZGeoBw/Birgel)



△ Abb. 3: Historische Exponate zur ABC-Abwehr (Quelle: ZGeoBw/Birgel)

Nach diesen intensiven Eindrücken bot sich die Gelegenheit, das historische Nürnberg von einer anderen Seite kennenzulernen. Der Besuch auf dem berühmten Christkindlesmarkt gab der Gruppe die Möglichkeit, sich mit einer typisch fränkischen Bratwurst oder einem Lebkuchen zu stärken. Die festliche Atmosphäre mit dem Duft von Glühwein und gebrannten Mandeln bildete einen interessanten Kontrast zu den zuvor besichtigten Schutzanlagen, die ein Symbol dafür darstellen, wie Deutschland die Herausforderungen der Vergangenheit gemeistert und sich weiterentwickelt hat.

Am Nachmittag fuhr die Gruppe weiter nach Fürth, um das Ludwig Erhard Zentrum zu besichtigen. Hier verlagerte sich das Thema von den Bedrohungen des Kalten Krieges hin zu den wirtschaftlichen Erfolgen der Nachkriegszeit. Ludwig Erhard, Vater der sozialen Marktwirtschaft und Bundeskanzler von 1963 bis 1966, gilt als Schlüsselfigur des deutschen Wirtschaftswunders. Die Ausstellung vermittelte eindrucksvoll, wie Deutschland nach den Zerstörungen des Zweiten Weltkriegs den Wiederaufbau schaffte und sich in den Jahren des Kalten Krieges wirtschaftlich behauptete. Besonders spannend war die Verbindung zur NATO-Strategie jener Zeit: Ein starkes Wirtschaftssystem galt als Schutzschild gegen den Einfluss der Sowjetunion. Die Teilnehmenden konnten originale Dokumente, Reden und multimediale Installationen erkunden, die die Bedeutung Erhards für die damalige Zeit verdeutlichten.



△ Abb. 4: Ludwig Erhard Zentrum in Fürth (Quelle: ZGeoBw/Birgel)



△ Abb. 5: Ausstellung im Ludwig Erhard Zentrum zum Thema Wirtschaftswunder (Quelle: ZGeoBw/Birgel)

Der zweite Tag der Bildungsfahrt verband auf eindrucksvolle Weise die Bedrohungen des Kalten Krieges mit der Widerstandsfähigkeit und Innovationskraft der Bundesrepublik. Die Bunkerbesuche erinnerten an die Angst und Ungewissheit, die in dieser Zeit allgegenwärtig waren. Der Besuch im Ludwig Erhard Zentrum zeigte, wie wirtschaftliche Stärke als politisches Instrument genutzt wurde, um Stabilität und Wohlstand zu sichern. Mit diesen tiefgreifenden Eindrücken endete der Tag. Die Gruppe kehrte mit viel Gesprächsstoff über die erlebten Kontraste zwischen Schutzbauten, Weihnachtsmarkt und Wirtschaftswunder ins Hotel zurück.

NÜRNBERGER PROZESSE UND INDUSTRIEMUSEUM

Der dritte Tag führte die Gruppe noch tiefer in die bewegte Geschichte Deutschlands. Am Morgen stand der Besuch des Memoriums Nürnberger Prozesse auf dem Programm. In einem der historisch bedeutendsten Gerichtssäle der Welt (Saal 600 des Nürnberger Justizpalastes) begann 1945 die juristische Aufarbeitung der nationalsozialistischen Verbrechen. Die Gruppe erhielt eine Führung durch die Ausstellung, die nicht nur die Prozesse gegen die Hauptkriegsverbrecher beleuchtete, sondern auch den Grundstein für die Entwicklung des modernen Völkerstrafrechts thematisierte. Die Atmosphäre im Saal war beeindruckend. Während die Teilnehmenden auf den hölzernen Bänken Platz nahmen, wurde deutlich, welche Tragweite die Verhandlungen hatten. Die Bilder der Angeklagten, darunter Hermann Göring und Rudolf Heß, sowie die Tonaufnahmen und Filmsequenzen aus der Zeit vermittelten ein eindrucksvolles Bild der damaligen Ereignisse. Besonders intensiv war die Auseinandersetzung mit der Frage nach Gerechtigkeit und Verantwortung. Die Nürnberger Prozesse waren nicht nur ein Versuch, die Hauptverantwortlichen zur Rechenschaft zu ziehen, sondern auch ein Wendepunkt in der internationalen Rechtsgeschichte. Der Kalte Krieg warf jedoch seinen Schatten auf die weitere juristische Aufarbeitung. Während in Nürnberg



△ Abb. 6: Saal 600 des Nürnberger Justizpalastes
(Quelle: ZGeoBw/Birgel)

Recht gesprochen wurde, zeichneten sich bereits neue politische Fronten zwischen Ost und West ab. Am Nachmittag stand ein Besuch im Industriemuseum Lauf an der Pegnitz an. Während viele Museen die industrielle Entwicklung im Allgemeinen thematisieren, bot dieser Ort einen spezifischen Einblick in die Rüstungsindustrie und deren Transformation in der Nachkriegszeit. Der Fokus der Führung lag auf der ehemaligen Ventillfabrik Dietz und Pfriem, einem Unternehmen, das im Kalten Krieg eine besondere Rolle spielte. Während des Zweiten Weltkriegs produzierte die Fabrik technische Bauteile für die Rüstungsindustrie. Nach Kriegsende musste sich das Unternehmen neu orientieren, um in der zivilen Wirtschaft zu bestehen. Die Führung zeigte eindrucksvoll, wie sich Industriebetriebe an veränderte politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen anpassten. Die Ventiltechnik spielte dabei nicht nur in der Automobil- und Maschinenbauindustrie eine Rolle, sondern fand auch Anwendung in sicherheitsrelevanten Bereichen der Bundeswehr und NATO. Besonders spannend war der Einblick in die alten Werkshallen, in denen Maschinen aus mehreren Jahrzehnten erhalten geblieben sind. Der Lärm der alten Drehbänke, das ölverschmierte Werkzeug und die Schilder mit Sicherheitsanweisungen vermittelten eine greifbare Vorstellung davon, wie hier einst gearbeitet wurde. Die Geschichte des Betriebs spiegelte den wirtschaftlichen Wandel der Bundesrepublik von einer kriegsbedingten Produktion hin zur Einbindung in den globalen Wettbewerb während des Kalten Krieges wider.



△ Abb. 7: Spindelpressen in der Ventillfertigung
(Quelle: ZGeoBw/Birgel)

Mit diesen tiefgehenden Eindrücken kehrte die Gruppe am Abend zurück nach Fürth. Die Gespräche drehten sich um die Bedeutung von Recht und Wirtschaft in einer Welt, die sich nach den Verwerfungen des Krieges in neue Fronten teilte. Der Kalte Krieg war nicht nur eine



△ Abb. 8: Tandem-Dampfmaschine von 1902 (Quelle: ZGeoBw/Birgel)

geopolitische Auseinandersetzung, sondern spiegelte sich auch im Rechtsverständnis und in der Industriegeschichte wider. Mit Vorfreude auf den letzten Tag der Fahrt endete der Abend.

MUSEUM HISTORISCHE WEHRTECHNIK UND RÜCKREISE

Der letzte Tag der politischen Bildungsfahrt beinhaltete ein Highlight für die Teilnehmenden: der Besuch des Museums für Historische Wehrtechnik auf dem Gelände der Firma Diehl Defence in Röthenbach an der Pegnitz. Bevor es mittags zurück nach Euskirchen ging, bot sich hier die Gelegenheit, die technologische Entwicklung des Militärs im Verlauf der Epochen hautnah nachzuvollziehen. Nach der Ankunft wurde die Gruppe von einem fachkundigen Guide empfangen, der die Teilnehmenden durch die beeindruckende Ausstellung führte. Das Museum umfasste eine breite Palette an Exponaten, die von der persönlichen Ausrüstung des Soldaten bis hin zu militärischem Großgerät reichten. Besonders

eindrucksvoll war die Sammlung von Helmen, Uniformen und Funktechnik, die die Entwicklung der militärischen Ausrüstung im 20. Jahrhundert nachzeichnete. Die Gruppe konnten einen direkten Vergleich zwischen der Wehrtechnik des Zweiten Weltkriegs und den modernen Entwicklungen der Nachkriegszeit ziehen. Die Funk- und Rechentechnik verdeutlichte, wie sich die militärische Kommunikation und die Steuerung von Waffensystemen im Laufe des Kalten Krieges von analogen Rechensystemen bis hin zu frühen digitalen Steuerungen veränderte. Ein besonderes Augenmerk lag auf den schwereren Exponaten: Militärisches Großgerät wie Panzerabwehrwaffen, Raketenkomponenten und Geschütze, die einst zur Abschreckung und Verteidigung im Ost-West-Konflikt entwickelt wurden. Diese Technologie war nicht nur ein Produkt der Rüstungsindustrie, sondern spiegelte auch die strategischen Überlegungen der NATO und des Warschauer Paktes wider. Die Ausstellung regte zum Nachdenken an. Während einige Waffen einst als notwendig für die Verteidigung betrachtet wurden, erinnerte die Sammlung gleichzeitig an die permanente Bedrohung, unter der die Welt damals stand. Der Kalte Krieg war nicht nur eine ideologische Auseinandersetzung, sondern auch ein Wettlauf der militärischen Technologie. Nach dem Museumsbesuch machte sich die Gruppe gegen Mittag auf den Heimweg nach Euskirchen. Während der Rückfahrt wurde die Reise nochmals reflektiert und es lagen vier Tage intensiver Auseinandersetzung mit der Geschichte des Kalten Krieges hinter den Teilnehmenden.

Die Bildungsfahrt bot nicht nur historisches Wissen, sondern auch eine emotionale und greifbare Auseinandersetzung mit den Folgen des Kalten Krieges. Sie zeigte, wie Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft miteinander verknüpft sind und wie wichtig es ist, aus der Geschichte zu lernen. Die Teilnehmenden kehrten mit einem geschärften Bewusstsein für die sicherheitspolitischen Herausforderungen der damaligen Zeit und deren Auswirkungen bis heute zurück. Mit diesen Eindrücken endete die politische Bildungsfahrt, die für alle Beteiligten weit mehr als eine einfache Exkursion war. Sie war eine Reise durch die Geschichte, die noch lange nachwirken wird.

TRUMP. PUTIN. XI. DIE LIBERALE WELTORDNUNG UNTER DRUCK: DIE 20. BENSBERGER GESPRÄCHE IM ZEICHEN GLOBALER MACHTVERSCHIEBUNGEN

OBERSTLEUTNANT SEBASTIAN VAN BREEVOORT

Vom 12. bis 14. Februar 2025 boten die Bensberger Gespräche einen Rahmen für intensive Gespräche und Diskussionen zum Thema „Libérale Weltordnung unter Druck“. Das ZGeoBw nahm mit insgesamt drei Personen an der Veranstaltung teil. Die Bensberger Gespräche werden jährlich in Zusammenarbeit von der Bundeszentrale für politische Bildung und dem Zentrum Innere Führung der Bundeswehr organisiert und greifen dabei stets aktuelle sicherheitspolitische Fragestellungen auf. Dabei werden die Ziele verfolgt, sicherheitspolitische Diskussionen in die Breite der Gesellschaft zu tragen und den zivil-militärischen Austausch zu stärken. Vor dem Hintergrund der aktuell stattfindenden geopolitischen Machtverschiebungen kam der diesjährigen Veranstaltung eine besondere Aktualität und Relevanz zu.



△ Abb. 1: Auftakt der Bensberger Gespräche
(Quelle: ZGeoBw/van Breevoort)

Die liberale Weltordnung, geprägt von Demokratie, Menschenrechten und freiem Handel, steht unter zunehmendem Druck. Autokratisch regierte Länder formieren ein reaktionäres Gegenmodell und stellen die regelbasierte Ordnung offen in Frage. Alte Gewissheiten sind spätestens seit der erneuten Präsidentschaft von Donald Trump passé. Namhafte Referentinnen und Referenten aus Wissenschaft, Politik und Medien beleuchteten die unterschiedlichsten Fragestellungen, die sich aus dieser geopolitischen Gemengelage ergeben. So fand am Eröffnungstag u. a. eine spannende und auf-

schlussreiche Podiumsdiskussion mit dem Thema Alte und neue Allianzen: Aspekte internationaler Machtverschiebungen statt. Die aus dem öffentlich-rechtlichen und auch privatrechtlichen Rundfunk bekannte Moderatorin Marion Sendker diskutierte u. a. mit der Vorständin der Bertelsmann Stiftung, Professor Dr. Daniela Schwarzer, und Frau Professor Dr. Miriam Prys-Hansen vom German Institute for Global and Area Studies (GIGA). Die Diskussion zeigte die sicherheits- und außenpolitischen Herausforderungen Deutschlands auf und ging dabei u. a. auch auf die Widersprüche ein, die sich aus einer wertebasierten bzw. interessebasierten Außenpolitik ergeben.

ZIVIL-MILITÄRISCHER DIALOG ALS MEHRWERT

Ein wichtiger Bestandteil der Bensberger Gespräche ist der Austausch zwischen den zivilen und militärischen Teilnehmenden. Die dadurch entstehenden interdisziplinären Perspektiven führten zu neuen Einsichten, was maßgeblich zu der Qualität der Diskussionen beitragen hat. Neben den Podiumsdiskussionen fanden ebenfalls kleinere Workshops statt. Diese boten den Raum für vertiefende Gespräche mit weniger Teilnehmenden.

DAS KARDINAL-SCHULTE-HAUS ALS IDEALER VERANSTALTUNGSORT

Die Bensberger Gespräche fanden auch in diesem Jahr erneut im Kardinal-Schulte-Haus in Bergisch Gladbach statt. Der Veranstaltungsort bietet den idealen Rahmen für die Tagung: Die moderne Ausstattung und die professionelle Organisation ermöglichten einen reibungslosen Ablauf. Außerdem fördert das Kardinal-Schulte-Haus mit seiner angenehmen Atmosphäre den informellen Austausch zwischen den Teilnehmenden. So waren auch die Gespräche in den Kaffeepausen stets interessant und bereichernd.

FAZIT: EIN WICHTIGER BEITRAG ZUR DEBATTE ÜBER DIE WELTORDNUNG

Die Teilnahme an den Bensberger Gesprächen war in vielerlei Hinsicht äußerst wertvoll. Die Teilnehmenden konnten sich der Frage annähern, wie die gegenwärtige



△ **Abb. 2:** Das Kardinal-Schulte-Haus (Quelle: ZGeoBw/van Breevoort)

gen Entwicklungen die Grundprinzipien der liberalen Weltordnung herausfordern und was dies für die (Neuordnung) globaler Machtverhältnisse bedeutet. Darüber hinaus haben die Teilnehmenden die Bedeutung des Dialogs zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Akteuren zu schätzen gelernt. Als Vertreter des Dezernats Geopolitik/Geographie konnte Oberstleutnant Sebastian

van Breevoort besonderen Nutzen aus den Bensberger Gesprächen ziehen. Er hat nicht nur wichtigen inhaltlichen Input für die Arbeit des Dezernats erhalten, sondern hatte ebenfalls die Gelegenheit dazu, das fachliche Netzwerk zu erweitern. In dieser Hinsicht zeichnen sich bereits jetzt positive Auswirkungen für das Dezernat ab.

WIR BETRAUERN

Dr. Joachim Blödorn

† 19. Dezemberr 2024

Präsident

Amt für Wehrgeophysik a. D.

Der Geoinformationsdienst der Bundeswehr nimmt in Trauer Abschied von Herrn Präsident Amt für Wehrgeophysik a. D. Dr. Joachim Blödorn, der am 19. Dezember 2024, nur wenige Tage nach seinem 93. Geburtstag, im Seniorenhaus Waldpark in Blankenrath verstarb.

Dr. Joachim Blödorn wechselte nach seinem Studium der Meteorologie mit Promotionsabschluss und Assistenzjahren an der Uni Köln in den Geophysikalischen Beratungsdienst der Bundeswehr (GeophysBDBw). Dort war er sowohl im wissenschaftlichen Termindienst der meteorologischen Beratungszentrale als auch in Fachdezernaten des seinerzeit neu aufgestellten Amtes für Wehrgeophysik (AWGeophys) eingesetzt.

Während seiner mehrjährigen Verwendung als Referent im Fachreferat BMVg Fü L III 7 wirkte er entscheidend an der Ausbringung von Stellen für Fachpersonal des GeophysBDBw in den Kommandobehörden und Truppenteilen der Bundeswehr mit.

Im Rahmen seiner Verwendungsplanung absolvierte er das NATO Defence College in Rom, zu welchem er noch viele Jahre danach und auch über seine aktive Dienstzeit hinaus als Dean der ehemaligen Kurs Teilnehmer eine enge Verbindung hielt. Seiner Zeit in Rom schloss sich bald die NATO Verwendung als ChiefMetOfficer im DtA HQ AFCENT in Brunssum,

NLD sowie als Leitender Geophysiker im Luftwaffenunterstützungskommando in Köln-Wahn an. In dieser Position hat er maßgeblich die technische Automatisierung der Wetterdatenübertragung an die Geophysikalischen Beratungsstellen vorangetrieben. In seiner nachfolgenden Tätigkeit als Referatsleiter BMVg Fü L III 7 konnte er seine Ambitionen zur technischen Modernisierung des GeophysBDBw an entscheidender Stelle fortsetzen und die Anpassung des Dienstes an die Veränderungen der Bundeswehr aktiv begleiten. In seiner letzten Verwendung (1991 bis 1996) als Präsident des AWGeophys und damit Leiter des Geophysikalischen Beratungsdienstes konnte er u. a. die Ausstattung mit Arbeitsplatz-Computern fördern. Sein für die Bundeswehr ganz wesentlicher Verdienst ist die Zusammenführung des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr mit dem Meteorologischen Dienst der NVA. Bereits im zweiten Quartal 1990 leitete er die fachliche, organisatorische und personelle Ausplanung des gemeinsamen Dienstes ein und besuchte dazu noch vor der eigentlichen Wiedervereinigung im August 1990 das Kommando der NVA Luftstreitkräfte in Strausberg. Herr Dr. Joachim Blödorn wird bei allen, die ihn kannten, in guter Erinnerung bleiben und der Dienst seine Verdienste in Ehren halten.

Der Kommandeur des Zentrums für
Geoinformationswesen der Bundeswehr

Peter Webert, Brigadegeneral

Für den
Personalrat

Bernd Osterthun, Oberst

Zu diesem Nachruf haben die ehemaligen Kollegen LRDir a. D. Jan Emmel, Kpt zS a. D. Uwe Bieling und RDir a. D. Wolfgang Meyer mit Informationen und Hinweisen beigetragen.

BISHERIGE VERÖFFENTLICHUNGEN DES GEOINFO FORUMS

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	REGIERUNGSRAT FRAU 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 PALASCHEWSKI

AUSGABE 1/2023



Panzerfaustschießen in Euskirchen	OBERSTLEUTNANT RALF KELLER
International Survey Networking Exercise 2023 (iSNEx23)	LEUTNANT PATRICK SPIESS
Ein Pionier der Klimapolitik – 37 Jahre Bundeswehr davon 20 im Einsatz für den Planeten	OBERSTLEUTNANT RALF KELLER
Biologe mit Leib und Seele – im Interview mit Oberregierungsrat Dr. phil. nat. Stefan Koller	REGIERUNGSAMTFRAU JULIA DISTELRATH
Der Digitale Zwilling Deutschland des BKG	ZGeoBw DEZERNAT GEOINFORMATIK
3S – Similar Synoptic Situations – ein atmosphärenphysikalisches Beratungsverfahren zur Bewertung der Modellgüte von Kurzfristvorhersagen	OBERREGIERUNGSRAT DR. RER. NAT. STEFAN POLANSKI & REGIERUNGSAMTFRAU DOROTHEE LENTES
Geoinformationsunterstützung im Joint Force Air Component Headquarter (DEU)	MAJOR YASMIN STERNKE
GRIBex – ein Meilenstein auf dem Weg zur Digitalisierung in der Marine	REGIERUNGSOBERAMTSRAT ANDREAS SCHEIDEREITER
Geopolitik „meets“ Geomatik	OBERREGIERUNGSRAT DR. RER. NAT. STEFFEN SCHOBEL & PROFESSOR DR. SVEN FUHRMANN

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: Mai 2025
Druck: G-25_1096

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