

GEOWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG

Geoinformationdienst der Bundeswehr



BUNDESWEHR

INHALT

VORWORT

Vorwort des Leiters des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr	4
Vorwort des Abteilungsleiters Angewandte Geowissenschaften	5

GEOINFORMATIONSDIENST

Geoinformationen aus einer Hand	6
Forschung und Entwicklung im Geoinformationsdienst der Bundeswehr	7

NUMERISCHE WETTERVORHERSAGE

Kopplung Ozean-Atmosphärenmodell – Erdsystemmodell	8
----------------------------------------------------------	---

METEOROLOGISCHE SPEZIALVERFAHREN

Vereisungsvorhersage – ADWICE	10
Vorhersage von Schadstoffausbreitung – LPDM/ICON ART	12
Staub- und Sandsturmvorhersage	14

NAVIGATION/GEODÄSIE

GNSS-Informations- und Beobachtungssystem der Bundeswehr – GIBSBw	16
-------------------------------------------------------------------------	----

GEOINFORMATIK

Aufbau Geoinfo-Datenmanagementsystem – GDMS	18
---------------------------------------------------	----

BIOLOGIE/ÖKOLOGIE

Die Weiterentwicklung des Vogelzugwarnsystems	20
-----------------------------------------------------	----

GEOLOGIE/HYDROLOGIE/GEOPHYSIK

Geländebefahrbarkeit	22
Hohlraumdetektion	24
Minierangriffe	26
Überflutungssimulation	28

ATMOSPHÄRENPHYSIK

Modellbasierte Versorgung der Artillerie	30
Simulation virtueller Reichweiten mit Schallausbreitungsmodellen für den Lärm- und Feldlagerschutz der Bundeswehr	32
Forschung an einer modellbasierten Vorhersage von Sichtweiten im infraroten Spektralbereich für Einsatz und Übung	34

DIMENSIONEN:



LUFT



SEE



LAND



CYBER

VORWORT DES LEITERS DES GEOINFORMATIONSDIENSTES DER BUNDESWEHR

Peter Weibert, Brigadegeneral

Der Geoinformationsdienst der Bundeswehr ist anders. Das meine ich als Leiter dieses hervorragenden Dienstes aber keineswegs abwertend, sondern genau entgegengesetzt: Wir sind ein Fachdienst, wie es ihn sonst in der Bundeswehr kein zweites Mal gibt! Der einzige seiner Art und in seiner Form auch einzigartig in Europa. Wir unterstützen dimensionsübergreifend die gesamte Bundeswehr mit Geoinformationen, zu denen wir auch das gesamte Spektrum meteorologischer und ozeanographischer Unterstützung zählen. Und dies alles nicht nur im Kontext der Landes- und Bündnisverteidigung für Deutschland und Europa, sondern global.

Unsere Analysen, Produkte und Beratungsleistungen müssen sich fortwährend mit neuen Erkenntnissen in den von uns betrachteten geowissenschaftlichen Fachdisziplinen und nach dem aktuellen und zukünftigen Stand der Technik weiterentwickeln. Die angewandte geowissenschaftliche Forschung und Entwicklung ist daher ein wesentlicher Baustein unseres Dienstes. Mit unserem speziellen Auftrag ist es uns nicht möglich, dass wir öffentlich so transparent wie andere wissenschaftliche Institute unsere Ergebnisse in Form von wissenschaftlichen Publikationen und Konferenzbeiträgen präsentieren können. Wir arbeiten und forschen oft im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlichem Austausch und militärischer Sicherheit was jedoch die Werbung für unseren wissenschaftlichen Nachwuchs erschwert.

Umso mehr freue ich mich, Ihnen diese Broschüre präsentieren zu dürfen. Unsere engagierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit Expertise aus verschiedenen geowissenschaftlichen Fachdisziplinen geben Ihnen hier einen Einblick in unsere Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Die Projekte sind dabei so vielfältig wie unser Dienst: Es gibt Daueraufgaben mit stetem Forschungs- und Weiterentwicklungsbedarf, interne Fachprojekte von einzelnen Projektleitenden oder kleinen Projektteams mit kurzen Laufzeiten sowie umfangreiche, mehrere Jahre laufende Großprojekte, die wir zusammen mit Kooperationspartnern bearbeiten.



Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre!

Mit besten Grüßen

Peter Weibert
Brigadegeneral
LtrGeolInfoDBw und KdrZGeoBw

VORWORT DES ABTEILUNGSLEITERS ANGEWANDTE GEOWISSENSCHAFTEN

Uwe Bormann, Direktor und Professor beim ZGeoBw

Liebe an der angewandten geowissenschaftlichen Forschung Interessierte,

die durch den Leiter des Geoinformationsdienstes angesprochene Vielfalt äußert sich auch darin, dass ich als ziviler Mitarbeiter, als Beamter der Bundeswehr Sie in meiner Aufgabe als Verantwortlicher für Forschung und Entwicklung einlade, sich über eine Auswahl an unterschiedlichen Projekten der angewandten geowissenschaftlichen Forschung zu informieren.

Sie werden dabei unter anderem einzelnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern begegnen, die aus persönlicher Sicht ihre Motivation für das jeweilige Projekt schildern und Sie ein wenig an den vielfältigen Verknüpfungen sowohl mit der wissenschaftlichen Welt, mit Partnern in der Wirtschaft und der Forschungslandschaft teilhaben lassen. Ich bin überzeugt, dass erkennbar wird, wie vielfältig die Formen der Bearbeitung von Vorhaben sind, die in der Bandbreite von der Einzelbearbeitung über die Einbettung in Teams größerer Gemeinschaftsvorhaben, z. B. bei unserem strategischen Partner Deutscher Wetterdienst bis zur fachlich-inhaltlichen Begleitung von Auftragsforschung reicht.

Vielfältig in Ausbildungshöhe und in der fachlichen Spezialisierung sind auch die Qualifikationen, die Sie bei uns finden können und die wir auch als wissenschaftlichen Nachwuchs benötigen. Genauso vielfältig sind die Einstiegs- und Verwendungsmöglichkeiten in der angewandten geowissenschaftlichen Forschung im Geoinformationsdienst.

In der Hoffnung Ihr Interesse gesteigert zu haben, verbleibe ich mit den besten Wünschen



A handwritten signature in black ink that reads "Uwe Bormann". The signature is written in a cursive, flowing style.

Uwe Bormann
Direktor und Professor beim ZGeoBw

GEOINFORMATIONEN AUS EINER HAND

Das Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw) ist die zentrale Dienststelle des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr (GeoInfoDBw). Das ZGeoBw untersteht organisatorisch/truppendienstlich dem Kommando Cyber- und Informationsraum und fachlich dem Bundesministerium der Verteidigung, Abteilung Cyber- und Informationstechnik. Das ZGeoBw zählt zu den Ressortforschungseinrichtungen des Bundes und ist mit etwa 1000 militärischen und zivilen Angehörigen – davon 300 akademische Mitarbeitende – in zwei Liegenschaften am Standort Euskirchen vertreten.

Unter dem Motto „Geoinformationen aus einer Hand“ deckt der GeoInfoDBw die GeoInfo-Unterstützung für das gesamte Aufgabenspektrum der Bundeswehr ab. Der GeoInfoDBw gewinnt Erkenntnisse über Geofaktoren, beurteilt deren Auswirkung auf die Operationsführung und versteht sich als Dienstleister für die Bundeswehr, aber auch für andere Bundesministerien, die aktuelle und qualitätsgesicherte Geoinformationen benötigen.

GeoInfo-Unterstützung findet beinahe überall dort statt, wo die Bundeswehr eingesetzt wird – und dies möglichst von Beginn an. Beispiele dafür sind die Vermessung eines Feldlagers oder Flugfeldes im Einsatzland. Durch die Bereitstellung von digitalen und analogen Karten jedweder Art sowie von landeskundlichen Unterlagen wissen alle militärischen Mitarbeitenden, was sie im Einsatz beispielsweise bezüglich des Klimas, der Struktur der Bevölkerung oder der Vegetation erwartet. Auch die fachliche Unterstützung der Pioniere bei der Brunnenbohrung zur Wasserversorgung macht u. a. einen Teil der GeoInfo-Unterstützung aus. Insgesamt sind die Aufgaben sehr vielfältig.

Der GeoInfoDBw berät die Bundeswehr auf allen Gebieten der geowissenschaftlichen Fachdisziplinen (GeoInfo-Beratung). Die **GeoInfo-Beratung** ist eine interdisziplinäre, geowissenschaftliche Beratung hinsichtlich der Auswirkungen von Geofaktoren auf die Auftrags Erfüllung der Bundeswehr. Sie unterstützt auf allen Führungsebenen sowohl die Operationsplanung und -durchführung als auch das Fähigkeitsmanagement. Die Beratungsfelder umfassen dabei u. a. die Landeskundliche Einsatzberatung, die Geologische/

Biologische/Ökologische Beratung, die Beratung zur Positionsbestimmung, Navigation und Zeitfestlegung sowie die Meteorologisch-Ozeanographische Beratung mit Flugwetter- und Weltraumwetterberatung. Die Meteorologinnen und Meteorologen des GeoInfoDBw erstellen beispielsweise Flugwettervorhersagen für die speziellen Einsatzprofile der Piloten, warnen vor gefährlichen Wettererscheinungen und leisten damit einen erheblichen Beitrag sowohl für die Flugsicherheit als auch für die Unversehrtheit von Mensch und Material. Die Aussagen über zu erwartendes Wetter, Wind- und Wellenvorhersagen sind für die Planung von Operationen gewinnbringend und beeinflussen diese.

Bei Operationen an Land findet in Stäben und Brigaden ebenfalls GeoInfo-Beratung statt. Die GeoInfo-Berater vor Ort können in das Gelände einweisen und in taktische Weiterbildungen oder Übungen die Beurteilung der Geofaktoren im Führungsprozess näherbringen. Dabei kann das Gelände mit virtuellen Geländeüberflügen visualisiert und charakterisiert werden, damit sich die Soldatinnen und Soldaten einen Eindruck vom Gelände machen können, bevor sie überhaupt vor Ort sind.

Des Weiteren betreibt das ZGeoBw – als Ressortforschungseinrichtung des Bundes – **Geowissenschaftliche Forschung** und schafft damit auftragsbezogene Grundlagen. Der Schwerpunkt dieser wissenschaftlichen Tätigkeit orientiert sich an den Methoden und Verfahren der GeoInfo-Unterstützung sowie an aktuellen geowissenschaftlichen Entwicklungen und Trends.

Der Geoinformationsdienst der Bundeswehr in seiner jetzigen Struktur ist im Jahre 2003 durch die Fusion des Militärgeographischen Dienstes – dem ursprünglichen Dienst für die Er- und Bereitstellung von Karten – mit dem Geophysikalischen Beratungsdienst – dem militärischen Wetterdienst – entstanden. Seit 2003 hat sich das Fähigkeitsspektrum des Dienstes massiv ausgeweitet. Heute arbeiten rund 1.700 militärische und zivile Expertinnen und Experten aus 18 verschiedenen naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen interdisziplinär Hand in Hand an der Bewältigung der anstehenden Aufgaben.

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG IM GEOINFORMATIONSDIENST DER BUNDESWEHR

Für moderne Streitkräfte ist es unerlässlich, Erkenntnisse, die sich aus der Fortentwicklung von Wissenschaft und Technik ergeben, für ihren militärischen Auftrag zu erschließen und anzuwenden. Dies gilt erst recht bei Berücksichtigung von beschränkten Ressourcen, seien es Haushaltsmittel oder auch das verfügbare Personal mit ihren Qualifikationen und Fähigkeiten.

Für den Auftrag des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr, die GeoInfo-Unterstützung als eine Kernfähigkeit der Streitkräfte für alle Dimensionen sowie im gesamten Aufgabenspektrum der Bundeswehr sicherzustellen bzw. zu verbessern, gilt dies im Besonderen. Als wissenschaftlicher Fachdienst stellt er der gesamten Bundeswehr qualitätsgesichert, auftragsbezogen und zeitgerecht Erkenntnisse über Geofaktoren zur Verfügung, die mit wissenschaftlichen Methoden gewonnen werden.

Mit der Aufstellung des Dienstes wurden daher explizit 18 Fachdisziplinen namentlich aufgeführt, in welchen durch den Geoinformationsdienst Leistungen für die Bundeswehr erbracht werden sollen und müssen. In der zentralen Einrichtung des Dienstes – heute „Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr“ – wurden daher immer Strukturelemente mit Personal und Gerät ausgebracht, deren Hauptaufgabe die „Angewandte (geowissenschaftliche) Forschung und Entwicklung“ war und ist.

Darüber hinaus sind im gesamten Geoinformationsdienst zahlreiche Angehörige mit hoher wissenschaftlicher Qualifikation und mit dem entsprechenden wissenschaftlichen Anspruch beschäftigt.

Diesem Anspruch entspricht es auch, dass die zentrale Institution des Dienstes zu den Ressortforschungseinrichtungen des Bundes zählt.

Als Ressortforschung werden „... alle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Bundes bezeichnet, die der Vorbereitung, Unterstützung oder Umsetzung politischer Entscheidungen dienen und untrennbar mit der Wahrnehmung hoheitlicher und gesetzlich zugewiesener Aufgaben verbunden sind“ (BMVg 2011).

Die Geowissenschaften stellen somit neben dem großen Bereich der wehrtechnischen Forschung sowie anderen Bereichen wie Wehrmedizin und -psychologie, Militärgeschichte und sozialwissenschaftliche Forschung einen eigenständigen Bereich bei den Ressortforschungseinrichtungen im Zuständigkeitsbereich des BMVg dar.

Der Status als Ressortforschungseinrichtung bietet sowohl einerseits Chancen und Möglichkeiten, bedeutet aber auch, dass die Anforderungen einer derartigen Einrichtung stets erfüllt werden müssen.

Wichtiges Element ist dabei die Einrichtung eines Wissenschaftlichen Beirats beim ZGeoBw. Seit 2022 befindet sich dieser mittlerweile in der fünften Wahlperiode, wobei eine Wahlperiode drei Jahre andauert.

Regelmäßig stellen in den Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Zentrum für Geoinformationsdienst ihre Fachprojekte und Fachprojektideen vor und stellen sich der konstruktiven Kritik der Mitglieder des Beirats.

Andererseits stellen Mitglieder des Beirats ihre Forschungsbereiche vor. Durch die sich anschließenden Diskussionen, zwischen Vortragenden aus dem ZGeoBw und Professorinnen und Professoren, ergeben sich nicht selten neue Blickwinkel und Ansatzpunkte für die wissenschaftliche Arbeit im Geoinformationsdienst und somit für eine bessere Unterstützung der Truppe und der gesamten Bundeswehr.



INFORMATION

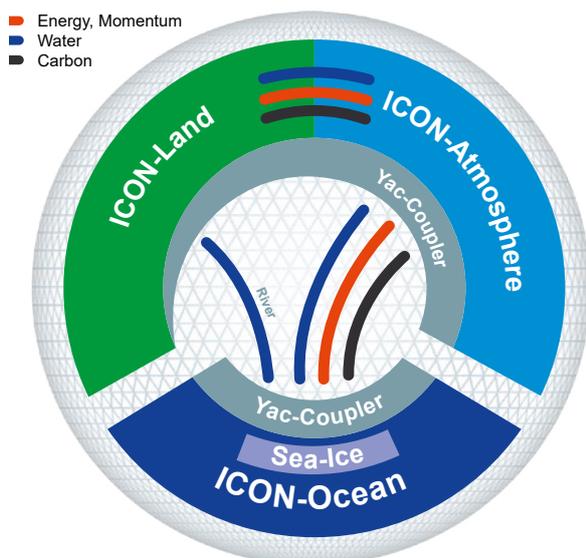
Die hier vorliegende Broschüre erläutert anhand beispielhafter Forschungs- und Entwicklungsprojekte die Vielfalt der geowissenschaftlichen Forschungsfelder, mit denen sich das wissenschaftliche Personal im Geoinformationsdienst der Bundeswehr auseinandersetzt. Die Projekte werden in Form von Interviews mit den Projektverantwortlichen bzw. den federführenden Dezernaten vorgestellt. Bei weiteren Fragen zu den Projekten sind Sie eingeladen uns unter Nennung des angegebenen Stichwortes zu kontaktieren. Am Ende dieser Broschüre finden Sie zusätzliche Informationen zu Kontaktmöglichkeiten und dem Geoinformationsdienst der Bundeswehr im Allgemeinen.

KOPPLUNG OZEAN-ATMOSPHÄRENMODELL – ERDSYSTEMMODELL



Und die Erde ist doch eine Scheibe – zumindest für die maritime Lagebilddarstellung... Atmosphäre, Ozean, Land, Eis: Jeder Bereich für sich ist umfangreich untersucht und es gibt verschiedenste Modelle zur Simulation einzelner Parameter, die in die Vorhersagen und die GeoInfo-Beratung der Bundeswehr, EU und NATO durch den GeoInfoDBw eingehen. Was jedoch bisher fehlt, ist ein umfassendes Modell, das auch den Austausch zwischen den einzelnen Bereichen berücksichtigt und damit die natürlichen Gegebenheiten simuliert. Aus dem komplexen Zusammenspiel der einzelnen Komponenten endlich eine runde Sache zu machen, das ist das Ziel des Projektes „Kopplung Ozean-Atmosphärenmodell – Erdsystemmodell“.

Initiiert durch den Leiter des GeoInfoDBw, Brigadegeneral Peter Webert, wird in einem bis 2030 geplanten und durch die Bundeswehr mitfinanzierten Entwicklungsprojekts in Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) ein Erdsystemmodell (ESM) entwickelt. Dieses Modell berücksichtigt erstmals alle Komponenten des Erdsystems und betrachtet auch Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Ozean in beide Richtungen.



Die Modellkomponenten Atmosphäre, Ozean und Land des Erdsystemmodells und ihre Kopplung mit dem YAC-Koppler. (Quelle: ZGeoBw)

FRAU DR. BACH, WELCHES ZIEL VERFOLGT DAS PROJEKT?

Das Projekt hat zum Ziel, ein globales bis regionales operationelles (24/7-Betrieb) Erdsystemmodell zu entwickeln, das durch die Bundeswehr und den Deutschen Wetterdienst auf einem gemeinsamen Supercomputer betrieben werden kann. Global bis regional bedeutet, dass es ein erdumspannendes Modell geben wird, in das in begrenzten Regionen, wie den Einsatzgebieten der Bw/Marine, wie mit einer Lupe hineingezoomt werden kann. Damit können kleinskaligere Details – beispielsweise der Ozeanströmungen und Meeresschichtungen – detailliert vorhergesagt werden. Die Kenntnis ist wichtig für die Beratung von z. B. Ubooten (Schichtung, Sonarvorhersagen) oder Search-And-Rescue (SAR) Operatio-

nen (Kenntnis der Meeresströmungen bei Personen, die im Wasser driften). Erstmals steht damit der Bw auch ein im eigenen Fachprojekt entwickeltes globales Ozeanmodell zur Verfügung, welches für die weltweiten Einsatzgebiete der Marine zwingend notwendig ist. Ziel dabei ist es, auch eine gesicherte Datenversorgung der Bundeswehr in Bezug auf Ozeanvorhersagen herzustellen und Abhängigkeiten von externen Diensten zu reduzieren. Außerdem verspricht die komplexe Simulation von Ozean, Meereis und Landoberfläche zusätzlich zur Atmosphäre eine deutliche Verbesserung der klassischen Wetter- und Ozeanvorhersagen für die nächsten fünf bis zehn Tage, weil erstmals die Wechselwirkungen aller Komponenten des Erdsystems (Atmosphäre, Ozean, Land, Eis) berücksichtigt werden.

WANN IST DAS PROJEKT FÜR SIE ERFOLGREICH?

Den Erfolg des Projekts definiere ich in ganz verschiedenen Aspekten. Zunächst ist die Basis für den Erfolg des Projekts, dass ein grundlegend neues System zur numerischen Wetter- und Ozeanvorhersage entwickelt wird, welches in einem ersten Schritt technisch lauffähig entwickelt werden muss. Dazu gehören die Modellkomponenten, die Kopplung der Modelle, die Datenassimilation und deren Kopplung sowie Entwicklungs- und Routineumgebung. Dies allein ist eine ausgesprochen große Herausforderung, da viele Aspekte des Erdsystemmodells aus technischer und wissenschaftlicher Sicht neu sind.

Sobald die technische Lauffähigkeit gegeben ist, ist ein weiterer Erfolg die inhaltliche Weiterentwicklung des Systems, sodass es bestimmte Qualitätsmerkmale erfüllen kann, also beispielsweise in verschiedenen Gütemaßen ‚genaue‘ Ozeanvorhersagen inklusive sinnvoller Unsicherheitsschätzungen durch Ensemblevorhersagen liefert. Dazu ist eine intensive fachliche Zusammenarbeit mit verschiedenen Forschungsinstitutionen notwendig.

Ein dritter Schritt auf dem Weg zum Erfolg ist für mich die Ausrichtung des ESM-Systems auf die Bedürfnisse der Bedarfsträger, also zum Beispiel die GeoInfo-Berater der Marine. Hierzu ist regelmäßiger fachlicher Austausch und eine frühzeitige gemeinsame Evaluierung des Systems im Beratungsdienst hilfreich. Dies ermöglicht wissenschaftlichem Personal und Nutzenden die Anforderungen an das Erdsystemmodell aus Sicht der jeweils anderen Gruppe zu verstehen, gemeinsam Schwächen zu identifizieren und daraus Entwicklungsziele abzuleiten. Aus Sicht der Bundeswehr ist das Projekt ein Erfolg, wenn am Ende der Projektlaufzeit ein operationelles ESM-System steht, das routinemäßig hochqualitative Atmosphären-Ozean-Vorhersagen inklusive physikalischer und militärischer Anschlussverfahren liefert und in der Bundeswehr das nötige Know-How und Personal aufgebaut wurde, um das System zu betreiben und weiter zu entwickeln. Weitere zentrale Voraussetzung für den Projekterfolg der Bundeswehr ist, dass die technischen Voraussetzungen gegeben sein müssen, um die durch das ESM-System neu entstehenden großen Datenströme zukünftig verarbeiten und den Bedarfsträgern die wertvollen neuen Informationen zur Verfügung stellen zu können.

WELCHE BESONDEREN HERAUSFORDERUNGEN WEIST DAS PROJEKT AUF?

Besondere Herausforderungen bei der Entwicklung ist die Neuentwicklung einer Ozeandatenassimilation inklusive Algorithmen und Verarbeitung von Ozeanmessungen. In einem zweiten Schritt wird eine sogenannte vollgekoppelte Datenassimilation entwickelt, bei der Messungen aus dem Ozean auch die atmosphärische Grenzschicht im Modellzustand korrigieren können und atmosphärische Beobachtungen den Zustand der oberen Ozeanschichten beeinflussen.

Das physikalische Tuning des gekoppelten Systems wird ebenfalls herausfordernd sein. Dabei geht es darum, systematische Fehler beispielsweise in der Temperatur oder in der Wolkenverteilung oder der Salinität im Ozeanmodell durch Einstellung tunebarer Parameter in den physikalischen Parametrisierungen von Prozessen, die kleiner sind als die Modellgitterskala, zu minimieren. Dies wird durch die hochaufgelöste Simulation der Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre wie Niederschlag, Wellen, Wind, Flüsse sensibler und latenter Wärme und vieles mehr deutlich komplizierter als in den bisherigen Modellen, wo die untere Randbedingung im Atmosphärenmodell, also die Ozeanober-

fläche beispielsweise über bis zu 24 Stunden konstant gelassen wurde, d. h. Wechselwirkungen an der unteren Grenzschicht wurden bisher nicht betrachtet.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS SPANNEND?

Das Thema finde ich in vielen Aspekten sehr spannend. Durch den Einbezug komplexer Modelle für den Ozean und weiterer Teile des Erdsystems bietet es die Möglichkeit, sehr viel zu lernen und mit Kolleginnen und Kollegen aus verwandten Wissenschaftsrichtungen zusammen zu arbeiten. Zusätzliche Herausforderung ist, dass das neue ESM-Modell nicht nur interessante wissenschaftliche Fragen beantworten soll, sondern zukünftig stabil und performant in einem 24/7-Routinebetrieb laufen muss, was aus technischer Sicht deutlich anspruchsvollere Anforderungen stellt als der reine Wissenschaftsbetrieb. Durch meinen fachlichen Hintergrund in der Datenassimilation fasziniert mich der Aufbau einer Ozeandatenassimilation für das ICON-O-Modell zur Initialisierung der Ozeanvorhersagen.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Besonders viel Freude macht mir am Projekt, dass ein komplexes System von Beginn in einem straffen Zeitplan entwickelt werden muss. Da einige Komponenten wie zum Beispiel die oben genannte Ozeandatenassimilation neu entwickelt werden müssen, bietet dies sehr viel Raum für Kreativität und große inhaltliche Entwicklungsfortschritte. Gleichzeitig erfordert das Projekt durch die klare Zielvorgabe einer operationellen Anwendung in fünf bzw. zehn Jahren aber auch ein hohes Maß an Zielorientierung und Pragmatismus, was mir liegt und für mich der angewandten Wissenschaft einen besonderen Reiz verleiht. Ausgesprochen schön ist, dass hier intensive Teamarbeit gefordert ist, da die Entwicklung so vielfältig ist und breites Wissen erfordert, dass sie nur in einer größeren interdisziplinären Gruppe erfahrener Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu meistern ist. Was mich auch sehr interessiert, ist der bereits beschriebene Austausch mit den zukünftigen Nutzenden, den ich für besonders wichtig halte, um das Projekt für die Bundeswehr zum Erfolg zu bringen.

Insgesamt ist es einfach eine Freude, mit einer größeren Gruppe von wissenschaftlichem Personal ein solches innovatives Projekt und damit ein ganz neues Vorhersagesystem schrittweise auf die Beine zu stellen und sein Wachstum mitverfolgen zu können.

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT NUMERISCHE WETTERVORHERSAGE

OBERREGIERUNGSRÄTIN DR. LISELOTTE BACH (MSC METEOROLOGIN)

VEREISUNGSVORHERSAGE – ADWICE



Bei Eis denken die meisten Menschen an etwas Positives – nicht so das fliegende Personal. Die Vereisung von Luftfahrzeugen stellt in vielerlei Hinsicht eine ernstzunehmende Gefahr für die Fliegerei dar. Während des Fluges kann sich Eis am Luftfahrzeug, insbesondere an den Tragflächen, ausbilden. Die entstehende Veränderung der Aerodynamik des Luftfahrzeuges wirkt sich negativ auf das Flugverhalten aus. Bleibt der für das Fliegen benötigte Auftrieb ganz aus, stürzt das Luftfahrzeug ab. Zusätzlich können einfrierende Mechaniken oder Messinstrumente die Steuerung und Navigation erheblich erschweren. Abplatzende Eisstücke können zu Triebwerksschäden führen. Im schlimmsten Fall beeinträchtigen genannte Gefahren Leib und Leben der Luftfahrzeugbesatzung.



Fesselballon an dem sich Raueis gebildet hat. (Quelle: M. Gottschalk, 2018)

fische Wettermodelle anwendbar sein. Das Dezernat Meteorologische Spezialverfahren vom ZGeoBw hat den Auftrag, den Quellcode von ADWICE an die Bedürfnisse der Bundeswehr anzupassen und die Produkte der Vereisungsprognose herzustellen.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Aus der Perspektive der Meteorologin oder des Meteorologen: die eigentliche Logik von ADWICE. Aus der Perspektive der autodidaktischen Programmierenden: die Software-Architektur.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

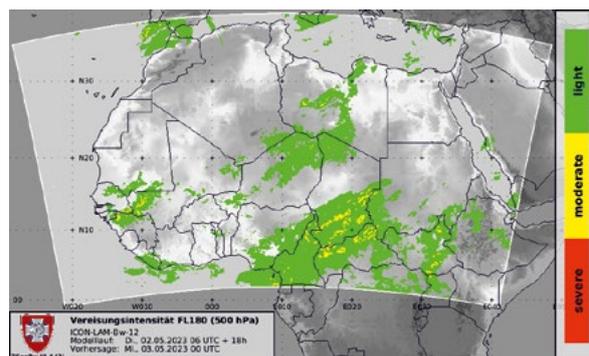
Das selbständige Lernen und die Anwendung des Erlernten zusammen mit kreativen Denken um Probleme zu lösen.

WAS IST ADWICE?

ADWICE steht für „**A**dvanced **D**iagnosis and **W**arning system for aircraft **I**Cing **E**nvironments“ und ist das System des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für Vereisungsprognosen im europäischen Luftraum. Es kommt in der Flugplanung und -wetterberatung zum Einsatz, um die Vereisungsgefahr und deren negative Auswirkungen auf Flugeigenschaften von Luftfahrzeugen zu minimieren. Ziel ist die sichere Durchführung von Flugvorhaben aufgrund von Planung und Beratung.

ARBEITEN SIE BEI DIESEM PROJEKT MIT ANDEREN INSTITUTIONEN ZUSAMMEN?

Der DWD pflegt ADWICE und entwickelt es weiter. Allerdings muss die Software auch auf bundeswehrspezi-



Prognoseprodukt der Vereisungsintensität auf Flugfläche 180 (ca. 5000 m ü. NN) für das Modell ICON-LAM-Bw-12. (Quelle: ZGeoBw Dezernat Meteorologische Spezialverfahren, 2023)

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT METEOROLOGISCHE SPEZIALVERFAHREN



Quelle: Bundeswehr/Johannes Heyn; 2022

VORHERSAGE VON SCHADSTOFFAUSBREITUNG – LPDM/ICON ART



Eine Explosion von Kampfmitteln in einem Munitionslager oder noch schlimmer: die Freisetzung einer atomaren Wolke durch die Zerstörung eines Kernreaktors. Szenarien, die bis vor kurzem noch verdrängt wurden und jetzt ganz plötzlich wieder in den Fokus des öffentlichen Interesses gerückt sind. Es gibt Fragen, die man sich sofort stellt: Sind die freigesetzten Stoffe eine Gefahr für mich? Wo kommen sie her? Wo ziehen sie hin?



Diese Fragen beantworten zwei neue Ausbreitungsmodelle aus der Abteilung Weiterentwicklung, Dezernat Meteorologische Spezialverfahren. Die beiden zukünftigen Ausbreitungsmodelle ICON-ART (Aerosol and Radioactive Trace Gases) und das LPDM (Langrangian Particle Dispersion Model) wurden entwickelt, um HEARTS abzulösen.

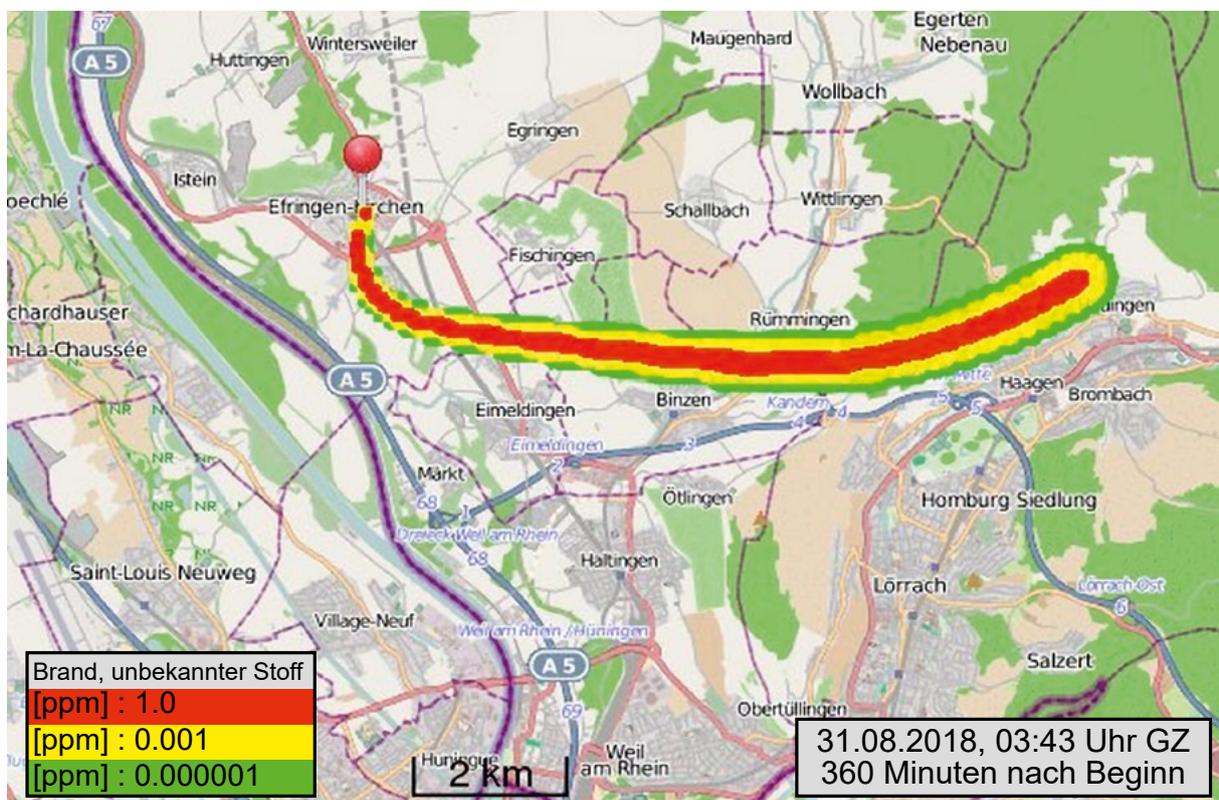
WAS IST HEARTS?

HEARTS (Hazard Estimation for Atmospheric Release of Toxic Substances), so heißt das Ausbreitungsmodell, welches von der Vorhersagezentrale der Bundeswehr des ZGeoBw und dem DWD (Deutscher Wetterdienst) aktuell genutzt wird. Es ermöglicht die Vorhersage der Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre für das ZGeoBw und ABC-Abwehrkräfte. HEARTS simuliert die Ausbreitung von Gasen, Tröpfchen oder Partikeln in der Atmosphäre. Dies können z. B. industrielle Chemikalien, Rauch, aber auch Kampfstoffe sein. Es

können akute Vorfälle oder auch Szenarien für Übungen oder Operationsplanung gerechnet werden.

UND WAS IST BESSER AN DEN BEIDEN NEUEN MODELLEN?

Die beiden neuen Modelle ICON-ART und LDPM sind aus meteorologischer Sicht auf dem neuesten Stand der Technik. Bereits im Jahr 2018 begannen mit der Übergabe des Projektes HEARTS an die Gruppe Meteorologie GeolInfoDBw beim DWD vom ZGeoBw die fachlichen Arbeiten an den beiden Nachfolgeprojekten. Mittelfristig sollen sie HEARTS ablösen.



HEARTS Ausbreitungsrechnung – Anzahlkonzentration [ppm] eines unbekanntes Stoffes (6h Vorhersage). (Quelle: ZGeoBw)

ARBEITEN SIE BEI DIESEM PROJEKT AUCH MIT ANDEREN INSTITUTIONEN ZUSAMMEN?

Eine Besonderheit dieses Projektes ist die enge Zusammenarbeit und der intensive Austausch mit anderen Institutionen. So läuft die Forschungsarbeit für das LPDM in Zusammenarbeit mit dem DWD und dem BfS (Bundesamt für Strahlenschutz) und für das ICON-ART mit dem DWD und dem KIT (Karlsruhe Institute of Technology) ab. Die genannten Institutionen forschen auf dem Gebiet der Ausbreitungsrechnung und erstellen die Software, welche vom Dezernat Meteorologische Spezialverfahren genutzt und erweitert wird. Das BfS ist Nutzer des LPDMs und das ZGeoBw nutzt wiederum Produkte des BfS.

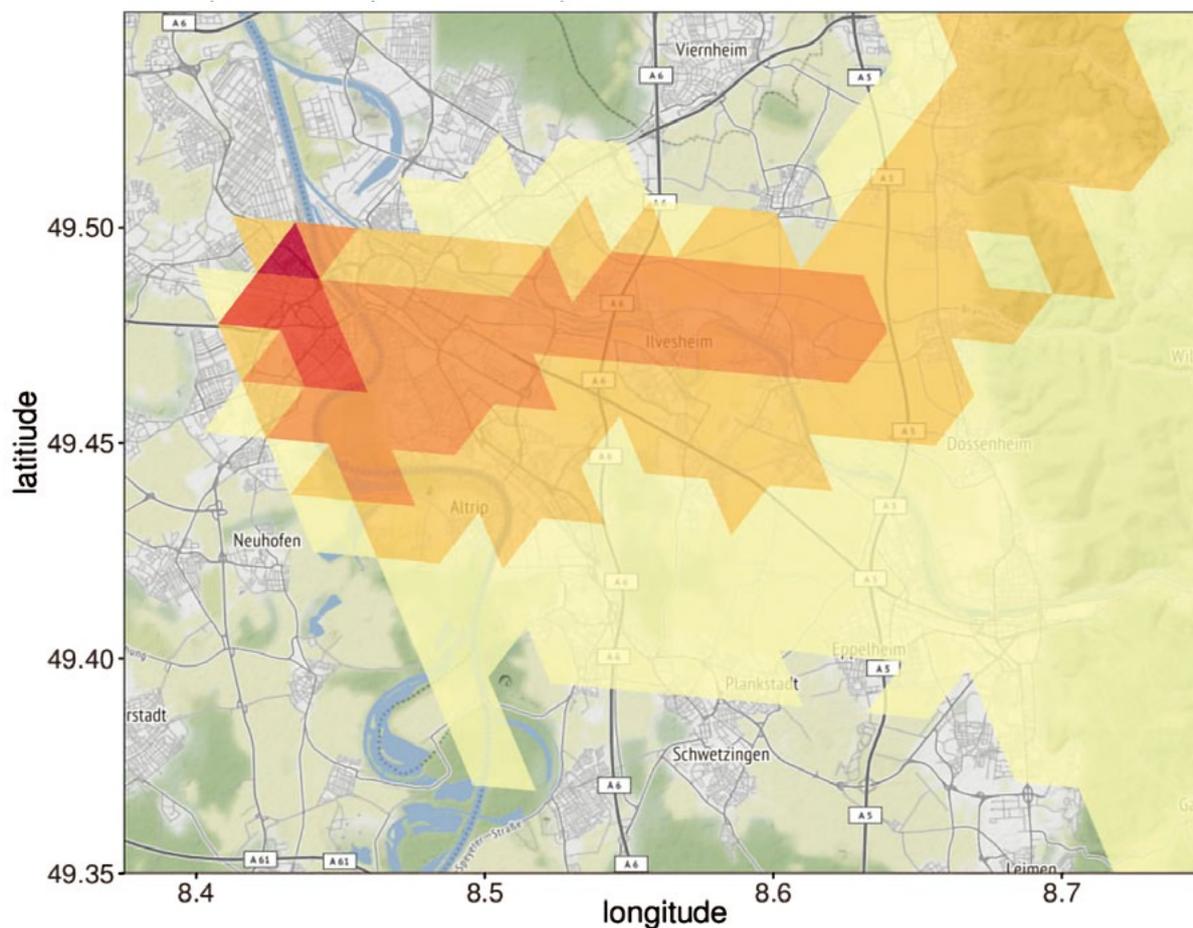
So profitiert das ZGeoBw in sehr großem Maße an der Mitarbeit der Institutionen. Im Gegenzug profitieren die Institutionen von der Bundeswehr als Nutzende und

Testende der Software und gewinnen damit wertvolle Informationen zur Weiterentwicklung der Modelle.

WAS IST DER AKTUELLE STAND DES PROJEKTES?

Als Real-Life-Test werden seit Februar 2022 Produkte aus beiden Modellen im Bereich Ost-Europa bereitgestellt. Diese werden routinemäßig mehrmals am Tag produziert und verteilt. Eine On-Demand-Erstellung 24/7 ist noch nicht möglich.

Die Integration der chemischen, biologischen und radioaktiven Anteile hat sich als besondere Herausforderung erwiesen: Die ABC-Komponenten können bisher noch nicht in vollem Umfang in den Projekten dargestellt werden. Das Verfahren wird erst dann erfolgreich abgeschlossen sein, wenn die beiden neuen Modelle das alte Verfahren in Gänze ablösen.



ICON-ART Ausbreitungsrechnung – Massenkonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] eines unbekanntes Stoffes (12 h Vorhersage, 1 km horizontale Auflösung, 50 vertikale Schichten, Darstellung der untersten Schicht). (Quelle: DWD Referat FE14)

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT METEOROLOGISCHE SPEZIALVERFAHREN

STAUB- UND SANDSTURMVORHERSAGE



Die Bundeswehr war und ist weltweit in zahlreichen Gebieten im Einsatz. In vielen dieser Länder tritt ein Problem auf, mit dem wir es hierzulande nur in wenigen Bereichen zu tun haben: Sand und Staub in der Atmosphäre. In den trockenen Gebieten Afghanistans und Malis, aber auch für die Marine bei Operationen im Rahmen der Mission ATLANTA ist es von wesentlicher Bedeutung, den Mineralstaubgehalt in der Atmosphäre zu kennen. Sichtweitereinschränkungen, verstärkte Abnutzung von militärischem Gerät, ganz besonders aber die erschwerten Bedingungen für die Soldatinnen und Soldaten sind ein wesentlicher Störfaktor für eine Mission.



Das Dezernat Meteorologische Spezialverfahren der Abteilung Weiterentwicklung vom ZGeoBw liefert für diese Gebiete Vorhersagen über den Mineralstaubgehalt der Atmosphäre. Neben der Bereitstellung verschiedener Staubvorhersageprodukte werden das Modell und die Anschlussverfahren stets auf dem neuesten Stand der Forschung und Technik gehalten und erweitert.

WIE ERSTELLEN SIE DIE VORHERSAGEN?

Die Staub- und Sandsturmvorhersagen beruhen auf dem ICON-ART Modell des Deutschen Wetterdienstes. Im ZGeoBw wird dieses Modell an die Erfordernisse der Bundeswehr angepasst (siehe auch das Projekt ICON-ART/LDPM auf Seite 12).

Die Forschungsarbeit läuft in Zusammenarbeit mit dem DWD und KIT (Karlsruhe Institute of Technology). Die genannten Institutionen forschen auf dem Gebiet der Ausbreitungsrechnung und erstellen die Software, welche vom Dezernat Meteorologische Spezialverfahren genutzt und erweitert wird.

WELCHEN BENEFIT HABEN DIE KOOPERIERENDEN INSTITUTIONEN VON DER MITARBEIT AN DIESEM PROJEKT?

ZGeoBw profitiert in sehr großem Maße an der Mitarbeit der Institutionen. Die Institutionen profitieren dagegen ebenfalls von der Bundeswehr als Nutzer und Tester der

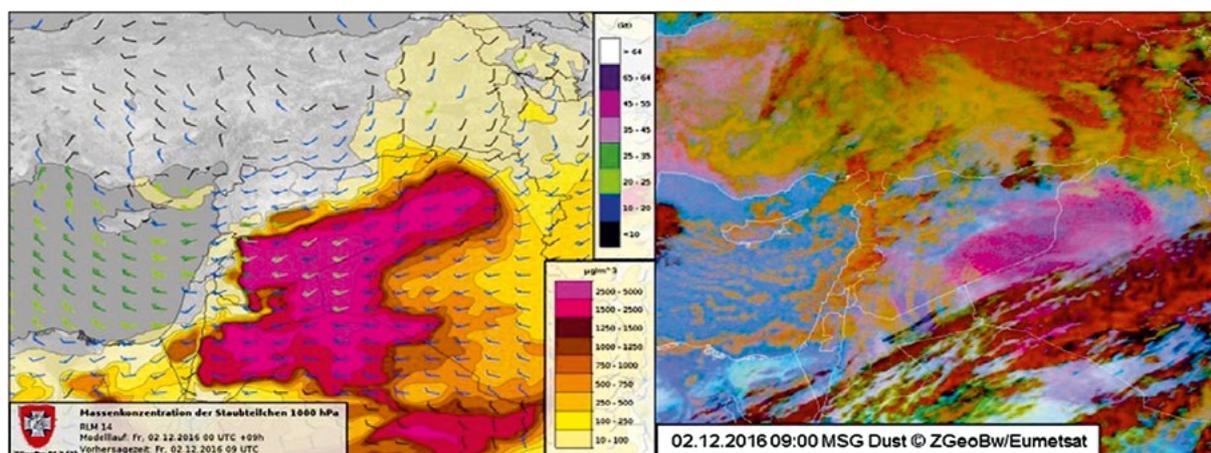
Software, indem sie wertvollen Informationen gewinnen, die sie zur Weiterentwicklung der Modelle nutzen können.

WAS IST DER AKTUELLE STAND DES PROJEKTES?

Gerade wurden im Zuge einer Erweiterung der Anzahl der vertikalen Modelllevels die Modelle angepasst und zu besserer Vorhersagequalität geführt. In der nächsten Zeit wird es eine Sichtweitenberechnung auf Grundlage des Staubes geben. Für die Zukunft wäre der Einbau der ART Komponente in das ICON-ESM-W (Earth System Model – Weather scale) sehr wünschenswert. Neben Mineralstaub könnte damit auch die Komponente Seesalz einen Mehrwert erhalten.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT UND AN IHRER ARBEIT BESONDERS FREUDE?

Dass die Produkte zur Sicherheit von Menschen beitragen können, erfüllt mich mit Freude.



Vergleich numerische Staubprognose mit Satellitenbeobachtung am 02.12.2016 09UTC im Bereich Syrien. Links: Prognostizierte Konzentration von Staubteilchen + Windpfeile, Rechts: Meteosat RGB Komposit Dust © Eumetsat, Darstellung von Staub durch violette Farbe. (Quelle: ZGeoBw)

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT METEOROLOGISCHE SPEZIALVERFAHREN



Staubwalze mit aufkommender Sichttrübung unter 100 m in einem Feldlager in Mazar-e Sharif/Afghanistan. (Quelle: Bundeswehr/Erik Kropf)

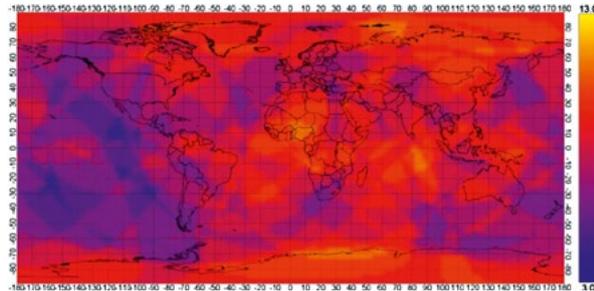
GNSS-INFORMATIONSD- UND BEOBACHTUNGSSYSTEM DER BUNDESWEHR – GIBSBW



GPS ist immer da! Es ist zur Selbstverständlichkeit geworden, jederzeit und überall die eigene Position auf Knopfdruck zu erhalten. Vermessungsaufgaben lassen sich schnell, einfach, also quasi ‚wie von selbst‘ und mit atemberaubender Genauigkeit lösen; in der Geodäsie, im Alltag und natürlich ebenso in der Bundeswehr. Wir sind versucht, nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten, alte ‚Messkunst‘ über Bord zu werfen, auf Infrastruktur zu verzichten und alternative Techniken außer Acht zu lassen. Mitunter scheint in Vergessenheit zu geraten, dass wir von einer extrem komplexen Technik mit äußerst schwachen und stör anfälligen Signalen abhängig sind, die sich nicht in unserem Besitz befindet und auf deren Vorhandensein wir nicht einmal einen Anspruch haben.

FRAU DR. GÖRRES, WELCHES ZIEL VERFOLGT DAS PROJEKT?

Die Bundeswehr bzw. das ZGeoBw betreibt das GNSS- Informations- und Beobachtungssystem der Bundeswehr (GIBSBw), um ihre Nutzenden weltweit und jederzeit über den Betriebszustand aller GNSS zu informieren und ggf. Warnmeldungen abzugeben. Es ist sowohl Absicherung als auch Beratung für die Nutzenden bei der Verwendung des Global Navigation Satellite Systems (GNSS).



Die Anzahl der potenziell sichtbaren Satelliten variiert in Raum und Zeit.

WELCHE BESONDERHEITEN/BESONDEREN HERAUSFORDERUNGEN WEIST DAS PROJEKT AUF?

Die Faszination für den Weltraum und den unmittelbare Wichtigkeit eines Warndienstes für den Anwendenden miteinander verknüpfen zu können, ist außergewöhnlich. Die besondere Herausforderung ist für mich, scheinbar banale Fragestellungen nach allen Regeln der Wissenschaft sowie nach bestem Wissen und auch Gewissen korrekt zu beantworten – gleichzeitig aber auch, bei der Beantwortung der Fragen nicht die Not-

wendigkeiten und Zwänge der Praxisanwendenden zu sehr in den Fokus zu nehmen, sondern ohne Ausnahme wissenschaftlich validiert vorzugehen, auch wenn dies zu Konflikten in der Anwendung oder Beratung führen könnte. Manchmal wird einfach etwas in der Praxis benötigt, was aber nicht wissenschaftlich validiert gegeben werden kann – das führt nachvollziehbarerweise zu Interessenskonflikten zwischen den unterschiedlichen Disziplinen.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Es ist etwas Schönes, Wissenschaft unmittelbar nutzbar machen zu können. Wie bei keinem anderen Projekt hat man bei diesem einen unmittelbare Anwendungsbezug; mit interessanten Situationen zwischen Nutzendenberatung und -warnung. In Kombination mit der Komplexität der sich ergebenden Fragestellungen ist dies Herausforderung, Spannungsfeld und Erfahrungsgewinn gleichermaßen.

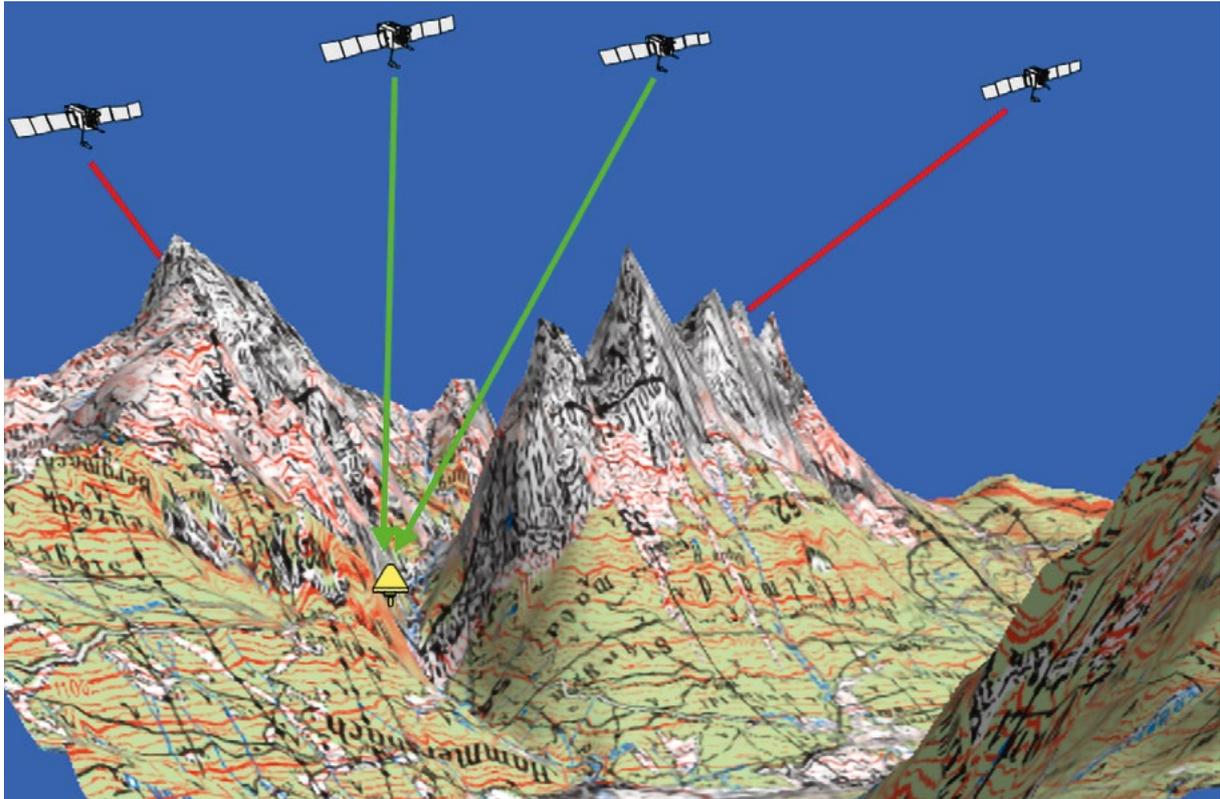
WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Die Zusammenarbeit und den Zusammenhalt im Team – über alle Hierarchiestufen und alle Statusgruppen hinweg – nehme ich als besonders war. Es ist schön zu sehen, was man alles erreichen kann, wenn ein Team konstruktiv und hartnäckig zusammenarbeitet.

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT NAVIGATION/GEODÄSIE

OBERREGIERUNGSRÄTIN DR.-ING. BARBARA GÖRRES



Das Gelände kann zu Abschattungseffekten führen, welche eine genaue Positionsbestimmung erschweren. (Quelle: Bundeswehr/ZGeoBw)



Einweisung des Kommandeurs Weltraumkommando der Bundeswehr (WRKdoBw), Herr Generalmajor Traut in das GIBSBw im Dezernat Navigation/Geodäsie durch Frau Oberregierungsrätin Dr. Görres. (Quelle: Bundeswehr/ZGeoBw/Keller)

AUFBAU GEOINFO-DATENMANAGEMENTSYSTEM – GDMS



Im ZGeoBw werden ständig neue Daten mit Raumbezug gewonnen. Es werden neue Produkte hergestellt und online verfügbar gemacht; es werden Abfragen gestellt, und Daten analysiert und herausgegeben. Der Bestand verfügbarer Geoinformationen und die Möglichkeiten der digitalen Bereitstellung wachsen ständig – und damit die technischen Anforderungen an das GeoInfo-Datenmanagement. Zweck des GeoInfo-Datenmanagementsystems (GDMS) ist es, diese Anforderungen mit den zur Zeit im ZGeoBw verfügbaren IT-Mitteln bestmöglich zu unterstützen.

Für GeoInfo-Daten und -Produkte wird eine im Dezernat Geoinformatik entwickelte, automatische Registrierung mit Änderungs-Überwachung mittels Prüfsummenverfahren sowie maschinellm Abgleich der Metadaten seit Ende 2023 in die Nutzung gebracht. Damit können die Geospatial-Anteile der GeoInfo-Datenbasis Bw absehbar erstmals in einer zentralen Katalog-/Suchanwendung im GIS-Portal des ZGeoBw recherchierbar gemacht werden. Zudem wird damit die Grundlage wesentlich verbessert, die Geospatial-Anteile der GeoInfo-Datenbasis systematisch zur Online-Nutzung aufzubereiten und als Web-Services bereitzustellen.

HERR DR. SOMMER, WELCHES ZIEL DAS PROJEKT VERFOLGT?

Das Ziel ist die zentrale Recherchierbarkeit und Zugänglichkeit der verfügbaren digitalen Geoinformationen im ZGeoBw/GeoInfoDBw. Geoinformationen müssen zentral erfasst werden, um sie für Nutzende verfügbar und digital zugänglich zu machen. Alle Nutzenden sollen sehen können, welche Daten und Produkte wir im ZGeoBw/GeoInfoDBw haben. Die Herstellung von Geoinformationen ist ein digitales Geschäft, das von außen transparent recherchierbar/erkennbar sein muss: Was haben wir eigentlich im Bestand? Was kann ich anfor-

dern? Kann ich das gleich online ansehen? Gibt es zu bestimmten Kartenserien fixe Kartendienste, in denen alle Karten zusammengestellt sind?

WELCHE MEILENSTEINE GIBT ES IM PROJEKT?

Wichtige Meilensteine in diesem Projekt sind die schrittweise Einbindung aller GeoInfo-Daten, -Produkte, Quelldaten in das GDMS und die Veröffentlichung der zentralen Kataloganwendung inklusive Bestellfunktion im GIS-Portal. Die Einbindung von Quelldaten erfolgt in der Fortschreibung des Fachprojektes.

Ein-/Ausblenden	Anzahl Datensätze
1 - Karten	4.874
2 - Hoehendaten	39.551
3 - Satellitenbilder	44.586
4 - Vektordaten	44.586
5 - Dienste und Services	44.586

AMSTERDAM	
Metadaten	
Titel	AMSTERDAM
Blattnummer	NN 31-12
Edition	22
Veröffentlicht am	3.11.2022
Kartenserie	1501AIR
Abstract	
Maßstabzahl	250.000
Ergänzende räumliche Information	
Kategorie (GDMS)	map
Sub-Kategorie (GDMS)	aeronauticalchart
thematische Kategorie	Intelligence/Military/transportation

Kartenansicht in der Geodaten Suchanwendung GDMS. (Quelle: ZGeoBw)

EXISTIEREN SCHNITTSTELLEN MIT ANDEREN PROJEKTEN IM GEOINFODBW?

Für alle, die für einen Auftrag im ZGeoBw Geoinformationen benötigen, existiert hier eine Schnittstelle. Das GDMS hat das Potential dazu, die gesamte Facharbeit im ZGeoBw zu verbessern: Man muss nur noch an einer zentralen Stelle suchen. Des Weiteren ist der Zugriff auf die zentral gehaltenen digitalen Geoinformationen direkt von jedem GIS-Arbeitsplatz möglich.

WAS IST DER AKTUELLE STAND DES PROJEKTES?

Die Arbeiten am Projekt GDMS sind weit fortgeschritten: Die Entwicklungsarbeit der wesentlichen Grundfunktionalitäten ist weitestgehend abgeschlossen. Jetzt kommt es hauptsächlich darauf an, das System in die Nutzung zu bringen. Im Wesentlichen durch die Abteilung Geo-Info-Unterstützung, aber auch durch die Anforderungszentrale und das Karten/-Datenlager. Die internen Nutzenden im ZGeoBw haben direkten lesenden Zugriff auf vorhandenen Daten und Produkte oder stellen Informationen in das System ein, während die externen Nutzenden und (potentielle) Bedarfsträger durch die Kataloganwendung zumindest den Bestand der verfügbaren Geoinformationen einsehen, Bestellanforderungen und Downloads durchführen oder die Webservices zu den Inhalten nutzen können.

Auslöser für den gewählten Lösungsansatz mittels Standard-Fachsoftware war ein Wechsel der IT-Strategie und daraus abgeleiteten Vorgaben zur Konsolidierung der Fachsoftware im GeoInfoDBw: Vermeidung von Eigenentwicklungen – hin zu verfügbarer ‚Off-the-Shelf‘-Software.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Weil es so eine zentrale Bedeutung für die Facharbeit im ZGeoBw hat und natürlich auch für unsere Sichtbarkeit nach außen. Wenn jeder von außen feststellt: „Ah toll, im Portal vom ZGeoBw finde ich ja ganz einfach und schnell alles, was wir an Geoinformationen haben und brauchen!“, dann das ist doch eine super Motivation. Mit eigener Fachexpertise aus dem ZGeoBw und den verfügbaren Mitteln hat man einen sehr leistungsfähigen und erweiterbaren technischen Lösungsansatz erschaffen.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Weil hier ein uraltes Kernproblem gelöst wird, an dem einige im ZGeoBw und auch ich persönlich schon seit vielen Jahren mit Nachdruck arbeiten. Seit langem wünschen wir uns bei der Facharbeit: „Es wäre toll, wenn ich auf sämtliche Daten und Produkte im Hause in einem GIS Zugriff habe. Wenn ich an einer Stelle recherchieren und suchen kann, was brauche ich denn? Was gibt es denn? Wenn wir jetzt sehen würden, ah, es funktioniert, es wird angenommen, es läuft. Das wäre für mich so der Erfolg meiner gesamten Arbeitszeit hier, kann man sagen.“

WELCHE ERFAHRUNGEN NEHMEN SIE DERZEIT AUS DEM PROJEKT MIT?

Bei diesem Projekt handelt es sich um eine Teamarbeit bzw. ein Gruppenprojekt: Jeder einzelne trägt etwas dazu bei.

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT GEOINFORMATIK

DIE WEITERENTWICKLUNG DES VOGELZUG-WARNSYSTEMS

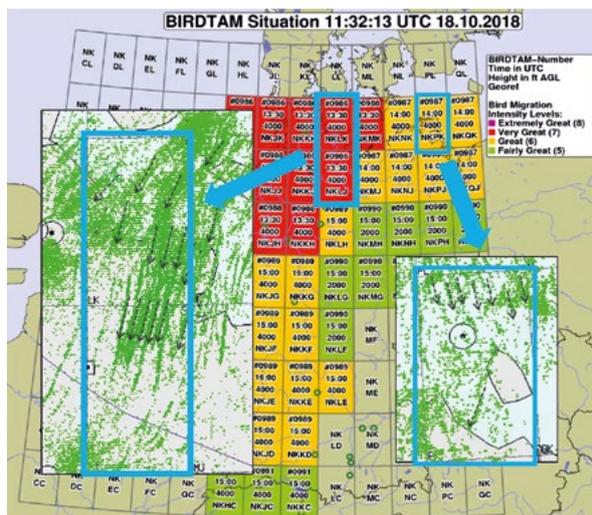


Zusammenstöße von Vögeln und Luftfahrzeugen, sog. Vogelschläge, sind eine stete Gefahr im Flugbetrieb. Im militärischen Luftverkehr, in dem Streckenflüge auch im Tiefflug durchgeführt werden, ist das Risiko eines Vogelschlages besonders hoch, da in diesen Höhenbändern mit einer großen Anzahl an Vögeln zu rechnen ist. Um das Risiko von Vogelschlägen zu minimieren, überwacht das ZGeoBw das Vogelaufkommen über Deutschland mit einer eigenen Spezialsoftware, welche Primärradar-daten aus dem militärischen Radardaten-netz zu diesem Zweck aufbereitet und visualisiert. Die Expertinnen und Experten des ZGeoBw werten die Daten aus, leiten daraufhin Warnstufen ab und geben Vogelschlag-warmmeldungen heraus. Diese sog. BIRD-TAMs sind Bestandteil der Flugwetterberatung der fliegenden Verbände.



FRAU WITZENS, WELCHES ZIEL VERFOLGT IHRE AKTUELLE FORSCHUNG AUF DEM GEBIET?

Wir erforschen derzeit die Möglichkeiten des *Machine Learning* (ML) zur Mustererkennung in den Primärradar-daten. Diese sollen zukünftig eine höhere Objektivität gewährleisten sowie die Fehlerquote des Beratungs-verfahrens verringern. Auch soll der Einsatz von ML-Algorithmen die Automatisierung des aktuellen Beratungs-verfahrens vorantreiben. Parallel dazu planen wir die Vogelzugvisualisierungssoftware grundlegend zu modernisieren. Das Ziel ist die Implementation einer plattformunabhängigen, webbasierten Anwendung, welche modular erweitert werden kann.



Visualisierung von Vogelzug aus Radardaten mit entsprechenden BIRD-TAM-Warnstufen. (Quelle: ZGeoBw)

IN WELCHER FORM ARBEITEN SIE DABEI MIT INSTITUTIONEN ZUSAMMEN?

In Kooperation mit der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) werden etwa studentische Arbeiten zur Weiterentwicklung des Prototyps der grafischen Oberfläche und zur Verbesserung und Erweiterung des ML-Modells vergeben. Ebenfalls existieren Schnittpunkte mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD), da für das Projekt Wetterdaten vom Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum (DMRZ) verwendet werden. Wir ermöglichen auch studentische Abschlussarbeiten in unserem Dezernat; z. B. kürzlich eine Masterarbeit zur KI-gestützten (KI: Künstliche Intelligenz) Mustererkennung von Vogelschwärmen in Radardaten sowie eine weitere Masterarbeit zum Einfluss von Wetterparametern auf den Vogelzug und dessen Vorhersage.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS SPANNEND?

Durch das Kennenlernen von KI-Verfahren wurde bei mir ein tieferes Verständnis erzeugt, dass hinter einer KI auch nur mathematische Algorithmen stecken und dass für die Datenaufbereitung und für das Trainieren der ML-Modelle viel Vorarbeit nötig ist. Des Weiteren ist es interessant, Einblicke in neue, moderne Technologien zu erhalten. Dieses wird u. a. dadurch unterstützt, dass durch die Einbeziehung studentischer Arbeiten, die Studierenden mit anderen Blickwinkeln an die Problemlösung herangehen und neue Ideen einbringen.

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT BIOLOGIE/ÖKOLOGIE

REGIERUNGSAMTSRÄTIN ANNA WITZENS (MASTER OF SCIENCE PRAKTISCHE INFORMATIK)



Vogelschläge können zu erheblichen Schäden führen. Um das Risiko von Vogelschlägen zu reduzieren wird die Vogelzuglage durch das ZGeoBw überwacht, Vorhersagemodelle zum Vogelauftreten berechnet und das Biotopmanagement auf Flugplätzen gesteuert. (Quelle: Bundeswehr/ZGeoBw)

GELÄNDEBEFAHRBARKEIT



Geländebefahrbarkeitskarten waren militärisch schon immer von großer Bedeutung. Zum einen geht es darum, eigene Truppen sicher zum und vom Einsatzort zu bringen. Zum Anderen ist es von strategischem Vorteil, die Bewegungsmöglichkeiten der gegnerischen Kräfte abschätzen zu können. Der GeoInfoDBw ist zuständig für die Erstellung von Karten und GIS-Diensten für die Bundeswehr und hat damit auch das Thema Geländebefahrbarkeit im Blick. Das ZGeoBw stellt dem GeoInfoDBw dafür die hausinterne Software Cross-Country-Modell (CCMod) zur Verfügung.

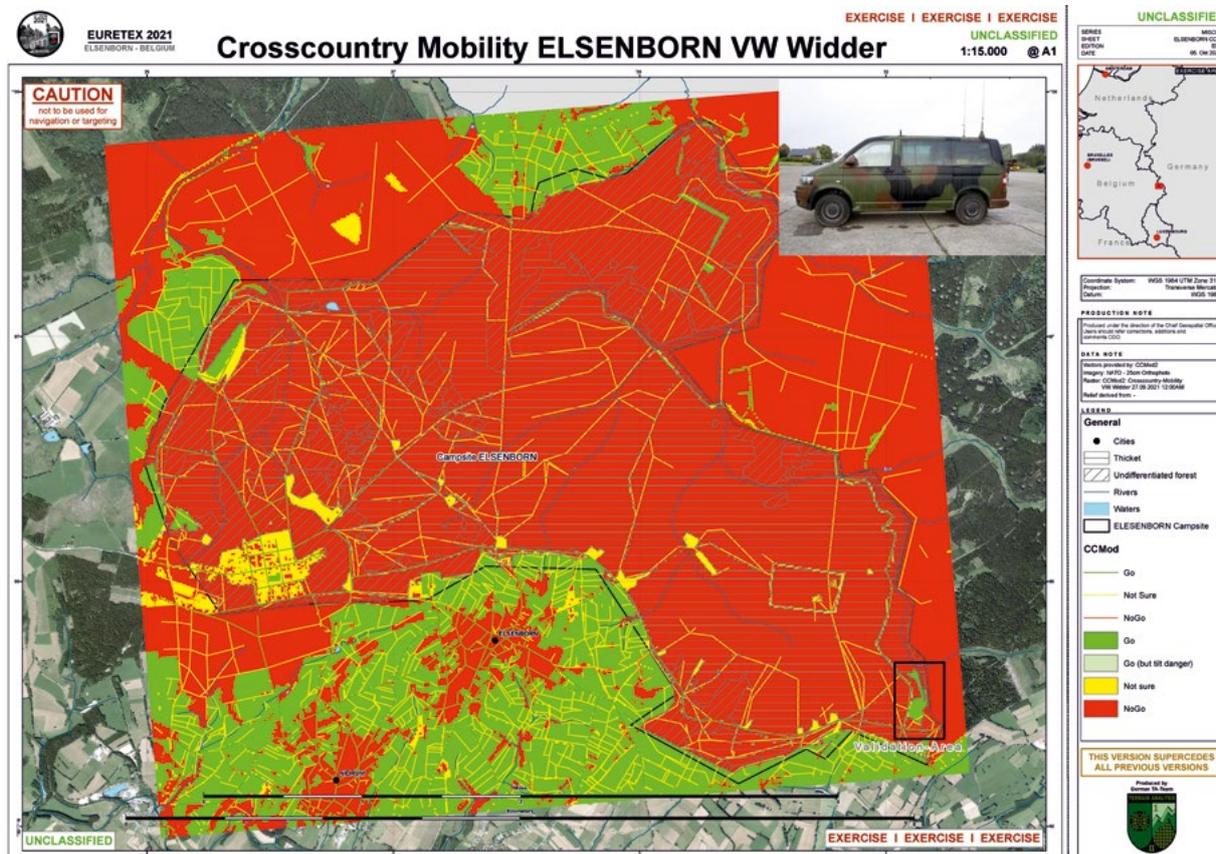
WELCHES ZIEL VERFOLGT DAS PROJEKT?

Anwender aus dem GeoInfoDBw sollen mit Hilfe der Software CCMod in die Lage versetzt werden, schnell und auf einheitliche Weise, Geländebefahrbarkeitskarten für die nächsten drei Tage zu erstellen. Die Software sowie das dahinterliegende Modell berücksichtigen neben der Landnutzung und den Bodendaten auch Höhendaten und die aktuelle Wetterprognose für die kommenden Tage. Die GeoInfo-Berater berechnen vor Ort im Einsatz die Befahrbarkeit mit CCMod täglich neu und liefern der militärischen Einheit damit eine Planungsgrundlage für den Einsatz. Unbedingt zu vermeiden sind Routen durch NoGo-Bereiche, die z. B. durch starken Regen oder nach der Schneeschmelze vorherrschen können. Letztendlich geht es um den

Schutz unserer Soldatinnen und Soldaten, die im Fall des Steckenbleibens im Schlamm, schlimmstenfalls bei Beschuss, ihr Leben verlieren könnten.

WELCHE ARBEITSPAKETE STEHEN AKTUELL IM PROJEKT AN?

Der Fokus des Projektes liegt derzeit darauf, die Software auf eine aktuellere GIS-Version (ArcGIS Pro) umzustellen und auch eine Web-GIS-Lösung zu erstellen, damit diese universeller eingesetzt werden kann. Parallel dazu wird ein IT-Sicherheitskonzept erstellt, welches die Basis für die Nutzung der Software auf den Bundeswehr-Plattformen ist. Ein Nutzerhandbuch für die neueste Version der Software ist zudem in Arbeit. Ein weiterer wichtiger Arbeitsbereich des Projektes ist die Validierung. Stetig werden die Ergebnisse aus ver-



Beispielhafte Geländebefahrbarkeitskarte erstellt im Rahmen der Übung EURETEX 2021 durch das Dezernat ZGeoBw Raumanalyse. (Quelle: Bundeswehr/ZGeoBw/Dezernat Raumanalyse/Nauroth)

schiedenen Messkampagnen und anderen Modellansätzen zur Validierung der Software zusammengefasst und Empfehlungen für die Weiterentwicklung und Verbesserung daraus abgeleitet.

WELCHE BESONDERHEITEN/BESONDEREN HERAUSFORDERUNGEN WEIST DAS PROJEKT AUF?

Eine besondere Herausforderung besteht in dem Spagat zwischen Modell-Komplexität und der geforderten intuitiven Bedienung: Die Anwendung ist hoch komplex und es gibt viele Fallstricke aufgrund von Unzulänglichkeiten in den Eingabedaten und damit auch die Möglichkeiten, die finalen Karten falsch zu interpretieren. Im Gegensatz dazu steht der Wunsch der Anwendenden, mit wenigen Klicks eine einfache Karte mit Go, No-Go- und gegebenenfalls Slow-Go-Gebieten zu erhalten (vgl. Abbildung linke Seite). Die finale Karte soll die Realität so gut wie möglich vorhersagen. Eine exakte Prognose der realen Bedingungen ist aufgrund der nur grob vorliegenden Bodendaten und auch der nicht immer zutreffenden Wetterprognose nicht möglich: Ein Modell bleibt immer nur eine Annäherung an die Wirklichkeit.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Der hohe Anwendungsbezug und die starke Nachfrage nach der Software zeigen, dass es um ein wichtiges militärisches Thema geht. Fordernd ist das Thema vor allem aufgrund seiner Komplexität: Es werden Kenntnisse aus den Disziplinen Meteorologie, Bodenkunde, Hydrologie, Modellierung, Fahrzeug- und Messtechnik, der Statistik und natürlich aus der IT-Verfahrensentwicklung (GIS und Python) benötigt.

EXISTIEREN SCHNITTPUNKTE MIT ANDEREN DIENSTSTELLEN IN DER BUNDESWEHR?

Es gibt viele Berührungspunkte mit anderen Dienststellen der Bundeswehr: Mit der Pionierschule werden Informationen zur Geländebefahrbarkeit ausgetauscht. Die Wehrtechnische Dienststelle (WTD41) in Trier liefert die Tabelle der Fahrzeugeigenschaften für CCMoD. Die verschiedenen Einheiten und GeoInfo-Elemente des Heeres stehen mit uns in direkter Verbindung und liefern Feedback zur Software CCMoD. Stellvertretend seien z. B. die Division Schnelle Kräfte (DSK) und auch das

Multinationale Korps Nord-Ost (MNC NE) genannt. Im Bereich der Software-Erstellung wird mit dem Zentrum für Digitalisierung der Bundeswehr (ZDigBw) zusammengearbeitet.

Es gibt aber auch einen engen Austausch mit Behörden: dem Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und NATO-Arbeitsgruppen, Forschungseinrichtungen wie dem Forschungszentrum Jülich und Universitäten, wie z. B. in Trier, Aachen, Bonn und Wien. Die Verfügbar- und Nutzbarkeit von geowissenschaftlichen Daten wird hier ebenso diskutiert wie neue wissenschaftliche Ansätze. Zahlreiche Studierende erstellten bereits ihre Bachelor- oder Masterarbeiten über interessante Teilaspekte von CCMoD.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Mir macht an der Projektarbeit ganz besonders viel Freude, dass ich kreativ etwas schaffen kann, was innerhalb der Bundeswehr nachgefragt wird. Zudem passt dieses Projekt perfekt zu mir, da ich als Informatikerin das Programmieren gelernt und mich als Geowissenschaftlerin auf die Bereiche Hydrologie, Bodenkunde und GIS spezialisiert habe. Es kommt selten vor, dass man in seinem Beruf genau das macht, was man in Ausbildung und Studium gelernt hat. Ganz besonders habe ich mich über den Bestpreis 2022 gefreut, der mir im Rahmen des ersten Konvents des Organisationsbereiches Cyber- und Informationsraumes, kurz CIR-Konvent, im Januar 2023 für mein Engagement im Projekt verliehen wurde.



Verleihung des Bestpreis 2022 an ORR'in Zieger im Rahmen des CIR-Konvents am 25. Januar 2023. (Quelle: Bundeswehr/PIZ CIR/UJ)

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT GEOLOGIE/HYDROLOGIE/GEOPHYSIK

OBERREGIERUNGSRÄTIN PETRA ZIEGER (DIPLOM-GEOÖKOLOGIN)

HOHLRAUMDETEKTION

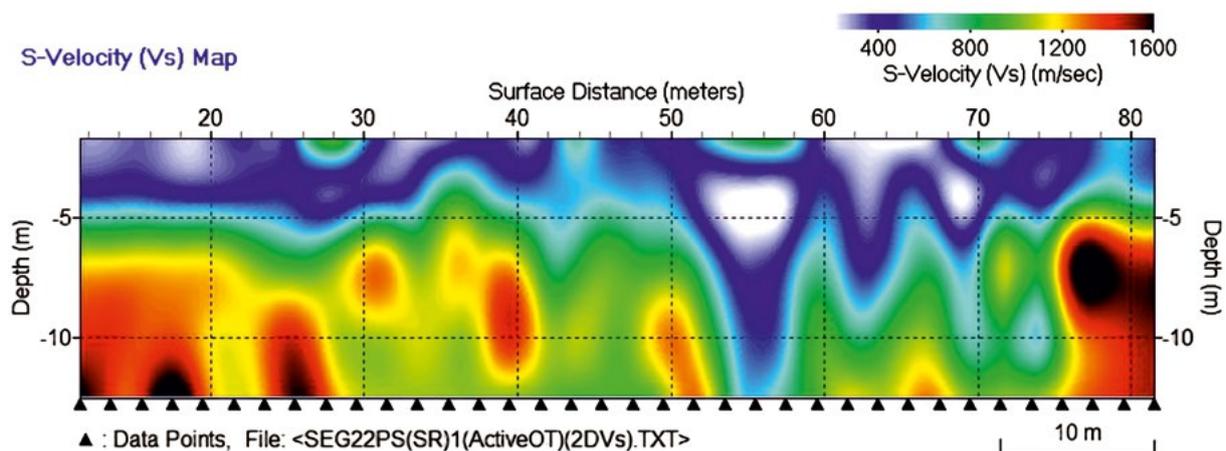


Bereits seit der Antike werden unterirdische Hohlräume von feindlich agierenden Akteursgruppen dafür genutzt, den gegnerische Kräfte in einem Überraschungsmoment zu überwinden. Vor dem Hintergrund von Auslandseinsätzen der Bundeswehr ist es nur folgerichtig, die Gefahr zu erkennen und vorsorglich durch geschickte Standortauswahl zu vermeiden. Angewandte Geophysik ist eine im Wissenschaftsspektrum des GeoInfoDBw beheimatete Disziplin. Die Mitarbeitenden des Bereiches beschäftigen sich auch mit dem Thema Hohlraumdetektion.

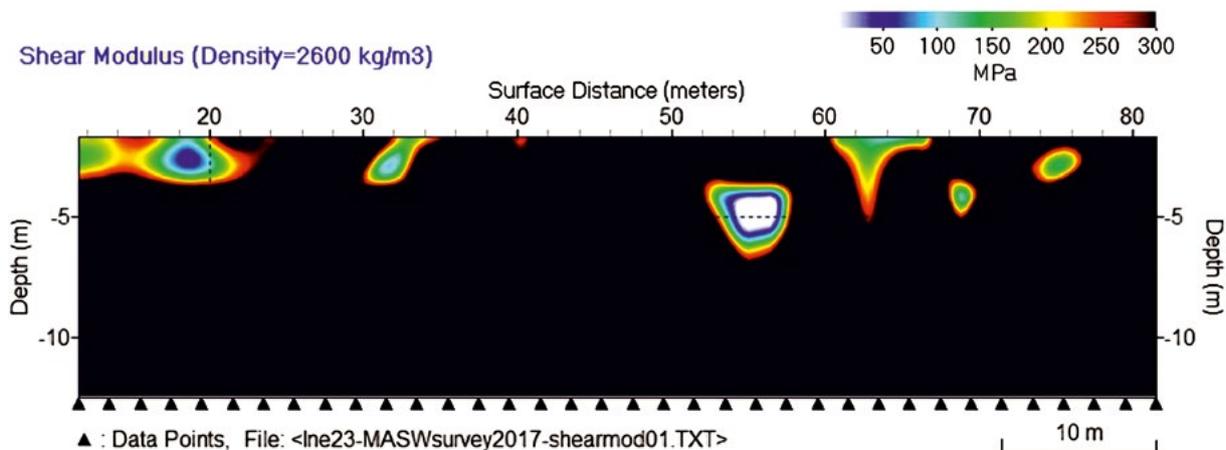
HERR BOSBACH, WELCHES ZIEL VERFOLGT DAS PROJEKT?

Ziel des Fachprojektes ist es, verschiedene Verfahren der Angewandten Geophysik zur Hohlraumerkundung zu erproben. Dazu werden die Ergebnisse von vier verschiedenen Methoden miteinander verglichen. Die Ergebnisse werden in einer Entscheidungsmatrix zusammengetragen. Basierend auf dieser, wird ein

geeignetes Verfahren oder eine Kombination aus mehreren Verfahren, in Abhängigkeit ausgewählter Geofaktoren (z. B. Geologie, Bodenfeuchte etc.), ausgewählt. Anwendungsgebiet ist die Gefahrenabwehr, vor allem im Kontext des Feldlagerschutzes. Tunnelsysteme, die als Angriffstunnel durch feindliche Kräfte genutzt werden, können durch die Methoden der Geophysik detektiert werden.



Darstellung der Scherwellengeschwindigkeit, abgeleitet aus einer seismischen Messung entlang eines Profils über bekannten Minenstollen aus dem Ersten Weltkrieg in La Boisselle (Frankreich). Weiße Farbbereiche (z. B. bei Distanz 55 m und Tiefe 5 m) sind Indikatoren für geringe Geschwindigkeiten, wie sie beispielsweise in Luft-gefüllten Hohlräumen zu erwarten sind. (Quelle: Bundeswehr/ZGeoBw/Sachgebiet Geologie/Ingenieurgeologie)



Darstellung der Scherfestigkeit des Untergrundes über demselben Profil wie die Scherwellengeschwindigkeit, abgeleitet von der Scherwellengeschwindigkeit in Verbindung mit geologischen Faktoren. Dunkle Farben stehen für hohe Scherfestigkeiten, der weiße Farbbereich für geringe Scherfestigkeiten. Die im Profil der Scherwellengeschwindigkeit vermutete Position eines Hohlräumtes bei Distanz 55 m und Tiefe 5 m tritt in dieser Darstellung markant und isoliert in Erscheinung. (Quelle: Bundeswehr/ZGeoBw/Sachgebiet Geologie/Ingenieurgeologie)

Dieses Projekt soll den GeoInfo-Kräften im Einsatz ein neues, entscheidungsunterstützendes Hilfsmittel bei der Baugrunduntersuchung und Gefahrenabwehr an die Hand geben.

WELCHE BESONDERHEITEN/BESONDEREN HERAUSFORDERUNGEN WEIST DAS PROJEKT AUF?

Das Besondere an diesem Projekt, im Gegensatz zu anderen durchgeführten geophysikalischen Untersuchungen, ist, dass die untersuchten Strukturen und Verläufe im Untergrund weitestgehend bekannt sind. In meinem Projekt wird der Fokus auf die am besten geeigneten Explorationsverfahren eben jener Strukturen gelegt.

Da der Teufel oft im Detail steckt, sind umfangreiche Testphasen der entwickelten Methoden unerlässlich. Zum einen werden dadurch konzeptionelle Fehler identifiziert, zum anderen erhärten sich dadurch Verfahrensabläufe, die den Bedarfsträgern an die Hand gegeben werden.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Die Verbindung der Ergebnisse aus vier verschiedenen Methoden erlaubt es, die bestmögliche Kombination von Messmethoden auszuwählen. Welche Kombination die beste ist, kann je nach örtlichen und geologischen Gegebenheiten durchaus unterschiedlich sein.

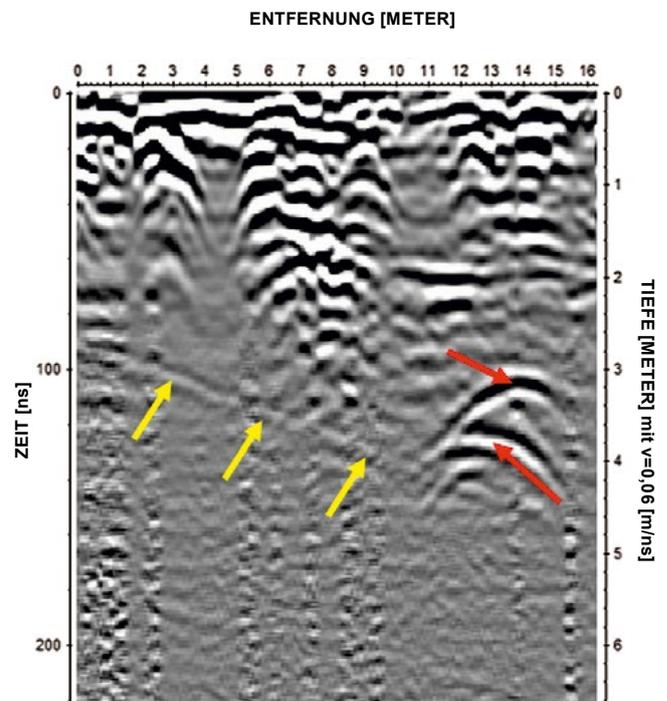
EXISTIEREN SCHNITTPUNKTE MIT ANDEREN PROJEKTEN IM GEOINFODBW?

Nein, es existieren keine Schnittpunkte mit anderen Projekten im GeoInfoDBw.

Meine Einschätzung ist, dass es das Projekt noch weiter schärfen würde, wenn die Bedarfsträger bei der Entwicklung noch mehr mitgenommen würden, inhaltlich wie auch konzeptionell. Dies würde auch die Akzeptanz der Forschungsergebnisse erhöhen.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Geländearbeiten sind ein integraler Bestandteil der Angewandten Geophysik; mit großer Befriedigung, die Theorie in die Praxis umzusetzen.



Dargestellt ist das Ergebnis einer Bodenradar-Messung über bekannte Minenstollen aus dem Ersten Weltkrieg in La Boisselle (Frankreich). Gelbe Pfeile zeigen den Verlauf einer geologischen Grenzschicht. Rote Pfeile (bei etwa 3 und 4 m Tiefe) zeigen auf die typischen Diffraktionshyperbeln, die im Radargramm an der Ober- und Unterseite von Hohlräumen auftreten. (Quelle: Bundeswehr/ZGeoBw/Sachgebiet Geologie/Ingenieur-geologie)

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT GEOLOGIE/HYDROLOGIE/GEOPHYSIK

REGIERUNGSRAT BENJAMIN BOSBACH (MASTER OF SCIENCE)

MINIERANGRIFFE



Der Geofaktor Boden ist für die Entstehung von natürlichen Hohlräumen und beim Bau von unterirdischen Anlagen von entscheidender Bedeutung. Der unter anderem für die Untersuchung von Böden und Gesteinen zuständige GeoInfoDBw hat das Thema Tunnel und deren Nutzung für unterirdische Angriffe im Blick.

WAS IST DIE IDEE HINTER DIESEM PROJEKT?

Die Nutzung von natürlichen Hohlräumen, unterirdischer Infrastruktur oder menschengemachten Stollen für den Angriff auf militärische Liegenschaften oder Feldlager ist unter dem Begriff Minierkrieg seit alters her bekannt. In diesem Zusammenhang werden heute oftmals sehr große Mengen von konventionellen oder improvisierten Sprengstoffen in Stollen unter ‚lohnenswerten‘ Zielobjekte platziert und dort im taktisch richtigen Augenblick zur Detonation gebracht. Dieses Mittel asymmetrischen Kriegsführung wird Tunnelbombenangriff oder auch Minierangriff genannt. Diese Art des Angriffs konnte im Zuge des syrischen Bürgerkrieges oder bis zur Machtübernahme der Taliban in Afghanistan 2021 regelmäßig nachgewiesen werden. Neben Sprengminen für Terrorangriffe besteht die Möglichkeit, über Stollen Gefangene zu befreien oder Terrorkommandos in geschützte Objekte vordringen zu lassen. Solche Terrorangriffe können nicht nur gegen militärische Anlagen, sondern auch gegen zivile Einrichtungen wie Botschaften gerichtet sein. Videodokumentationen solcher häufig spektakulären Explosionen und die Verbreitung dieser Aufnahmen in den sozialen Medien lassen befürchten, dass sich Akteursgruppen in Ländern, in denen die Bundeswehr noch aktiv im Einsatz ist, bzw. zukünftig sein wird, von diesen zweifelhaften Erfolgen inspirieren lassen.

Durch solche Angriffe können Einsatzliegenschaften der Bundeswehr wie Feldlager ernsthaft geschädigt oder gefährdet werden. Neben dem Erzeugen und Aufrechterhalten eines Gefährdungsbewusstseins, ist eine permanente Gefahrenabwehr notwendig. Zusätzlich zu Maßnahmen wie Nahraumüberwachung und Gewinnung von Informationen mittels menschlicher Quellen, können Sensoren zur Detektion von Grabungen einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Einsatzliegenschaften und andere schützenswerter Objekte leisten.

Ziel des Projektes ist es daher, durch Detektion von Veränderungen des Geofaktors Boden, u. a. durch Erzeugung von Hohlräumen, den Schutz von Feldlagern und Einsatzliegenschaften gegen Miniertätigkeiten zu verbessern.



Blumenstraußartige Sprengarben der Explosionen von vier Minen im Rahmen eines konzertierten Minierangriffs; Westfront im Ersten Weltkrieg. (Quelle: Sammlung Dr. Willig [Feldpostkarte])

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Der spannende Moment, auf den wir hinarbeiten, ist die Beantwortung der folgenden Fragestellung; egal ob diese positiv oder negativ ausfallen wird: Ist das ausgewählte System in der Lage, einen effektiven Beitrag zum Schutz von Einsatzliegenschaften bzw. Feldlagern vor Minierangriffen zu leisten?

EXISTIEREN SCHNITTPUNKTE MIT ANDEREN PROJEKTEN IM GEOINFODBW?

Angedacht ist die Zusammenarbeit mit einem zur Bundeswehr gehörenden, respektive von dieser grundfinanziertem Forschungsinstitut, z. B. eine der zwei Universitäten der Bundeswehr, einer Wehrtechnische Dienststellen oder einem Fraunhofer Institut.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Der Fokus meiner Arbeit ist, den Schutz vor noch sehr wirkungsvollen, einfachsten archaischen Angriffstechniken, durch den Einsatz von modernsten Methoden, wie z. B. künstlicher Intelligenz bei der Grabgeräuschidentifizierung, zu ermöglichen.

Die Möglichkeit, aus der Kriegsgeschichte zu lernen und so die Überlebensfähigkeit der Truppe im Einsatz zu verbessern, das begeistert mich.

MEHR INFORMATIONEN:

Willig, D., Rose, E. P. F., Heyse, I., Allersmeier, C. & Doyle, P. (2015): Militärhistorisch-kriegsgeologischer Reiseführer zum Wyttschaete-Bogen (Messines Ridge) bei Ypern (Belgien).

In: Leiter Geoinformationsdienst der Bundeswehr (Hrsg.): Schriftenreihe Geoinformationsdienst der Bundeswehr, 4/2015. Selbstverlag Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr, Euskirchen.



Flammen- und Rauchwirkung bei einer Sprengsacht-Trichtersprengung auf dem Truppenübungsplatz Wildflecken (Ladungsgröße etwa 1000 kg PETN/Nitropenta). (Quelle: Sammlung Dr. Willig)



Sprengtrichter einer Grabensprengung (1982). (Quelle: Dr. Willig)

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT GEOLOGIE/HYDROLOGIE/GEOPHYSIK

ÜBERFLUTUNGSSIMULATION



Die Hydrologie ist im militärischen Kontext von sehr großer Bedeutung. Oberflächengewässer stellen für die Truppe Bewegungshindernisse dar. Die Dynamik von Fließgewässern und deren zeitliche Änderungen beeinflussen, im Zusammenspiel mit der Geologie, die Beschaffenheit des Uferbereiches und der Flusssohle. Diese Faktoren sind zusammen mit Gewässertiefe, -breite und der Fließgeschwindigkeit, die wiederum von der Wasserführung abhängen, entscheidend für die Überwindbarkeit des Gewässers, bzw. für die notwendigen pioniertechnischen Maßnahmen, um diese zu ermöglichen.

Die Zerstörung von wassertechnischen Anlagen, im Besonderen von Staudämmen, kann zu sehr schnellen und massiven Änderungen in der Flussdynamik und zu katastrophalen Überschwemmungen führen. Hydrologie ist eine im Wissenschaftsspektrum des GeoInfoDBw beheimatete Disziplin. Die Mitarbeitenden des Bereiches forschen an Überflutungssimulationen.

WELCHES ZIEL VERFOLGT DAS PROJEKT?

Überflutungsvorhersagen und -analysen benötigen ein Wasserhaushalts- bzw. hydrologisches Modell des betreffenden Flusssystemes, um zu modellieren, zu welcher Zeit, wieviel Wasser zusammenfließt. Dieses wird durch zahlreiche Einflussfaktoren in komplexen Wechselwirkungen bestimmt. Im militärischen Zusammenhang sind aber häufig schnelle Aussagen zu hydrologischen Fragestellungen gefragt; ohne dass eine gute Datengrundlage zur Verfügung steht. Das Forschungsprojekt soll herausfinden, welche vereinfachten Methoden, unter Nutzung zur Verfügung stehender Inputdaten, eine möglichst schnelle hydrologische Abschätzung ermöglicht, die den militärischen Anforderungen aber noch entspricht.

WELCHE BESONDERHEITEN/BESONDEREN HERAUSFORDERUNGEN WEIST DAS PROJEKT AUF?

Dass Projekt ist im Moment noch in der initialen Konzeptionsphase. Die genauen Inhalte und die Struktur des Projektes werden gerade geplant.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Die Herausforderung ist, hochkomplexe Sachverhalte in ein vereinfachtes Modell zu überführen, das es

aber dennoch ermöglicht, eine möglichst realitätsnahe Abschätzung der Vorgänge und ihrer Auswirkungen mit vertretbarem Aufwand zu ermöglichen.

EXISTIEREN SCHNITTPUNKTE MIT ANDEREN PROJEKTEN IM GEOINFOBW?

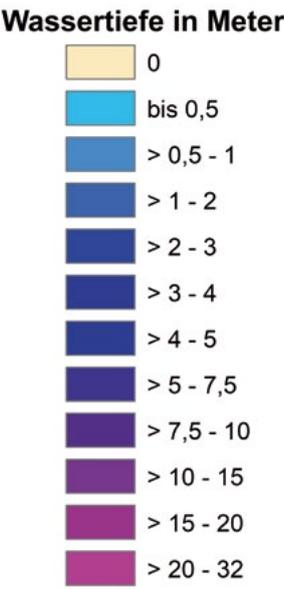
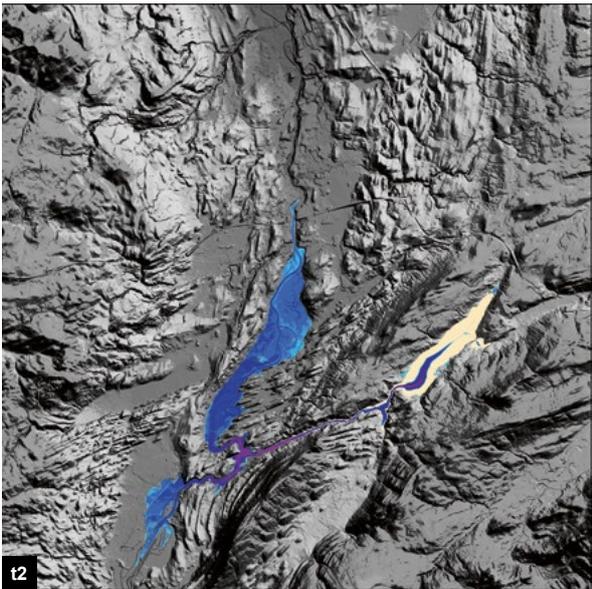
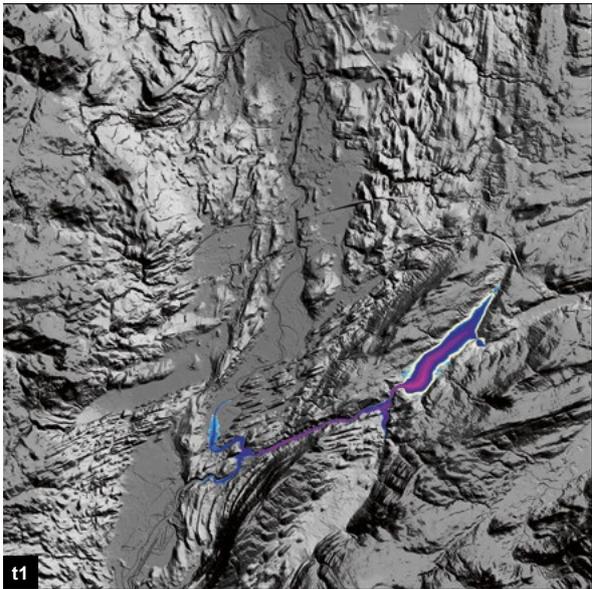
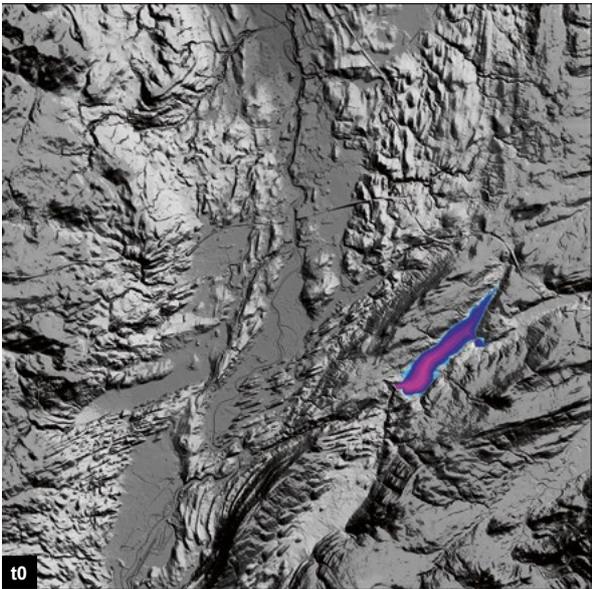
Ja, mit dem Forschungsprojekt Geländebefahrbarkeit. Beide Projekte überschneiden sich im Bereich der Überwindung von Gewässerhindernissen.

Je nach genauen Projektinhalt bzw. -struktur wird ggf. eine Zusammenarbeit mit der Pionierschule und Fachschule des Heeres für Bautechnik in Ingolstadt, einer Wehrtechnischen Dienststelle oder dem Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr angestrebt.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Die standartmäßige Nutzung der im Projekt entwickelten Arbeitsabläufe in der GeoInfo-Beratung und ein daraus resultierender echter Mehrwert für die Endnutzenden sind die Messlatte für einen Erfolg.

Rottach-Talsperre, Allgäu – Simulation Dambruchüberflutungen.



Zeitlicher Ablauf: Stauseewasserkörper vor Dambruch (t0). Fortschreitende Überflutung mit Leerung Stausee (t1, t2). (Quellen: Abbildung, Satellitenbilder, Hillshades [ZGeoBw], Wasserstandsdaten/Overlay [ZGeoBw, Dezernat Geologie, Hydrologie, Geophysik])

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT GEOLOGIE/HYDROLOGIE/GEOPHYSIK

MODELLBASIERTE VERSORGUNG DER ARTILLERIE



Die Waffensysteme der Artillerie können Ziele in weiter Entfernung bekämpfen. Um die Zielgenauigkeit zu verbessern, werden Informationen über das Wetter von den Feuerleitsystemen berücksichtigt. Um wiederum diese Wetterinformationen und deren Bereitstellung zu optimieren, kümmert sich das Dezernat Atmosphärenphysik des ZGeoBw. Sie stellen Modelldaten in bedarfsträgerorientierten Formaten zur Verfügung, damit der Einfluss des Wetters auf die Flugbahn in Raum und Zeit berücksichtigt werden kann und eine Versorgung der Systeme mit diesen Informationen bedarfsgerecht erfolgt.

HERR DR. POLANSKI, AUS WELCHEM GRUND WURDE DAS PROJEKT INITIIERT?

Auf Anforderung stellt das Dezernat Atmosphärenphysik routinemäßig NATO-Standard-konforme Wetterdaten nutzerspezifisch für unterschiedlich lange Zeiträume und Anwendungsfälle zur Verfügung. Die Bereitstellung erfolgt u. a. durch die Kommunikationszentrale des ZGeoBw. Des Weiteren wird die Bereitstellung dieser Daten zukünftig auch zum Download im GeoInfo-Portal der Bundeswehr zur Verfügung stehen, damit die jeweiligen Bedarfsträger unkompliziert und zeitnah die benötigten Modelldaten erhalten. Langfristig ist eine direkte Versorgung der Systeme mit Modelldaten geplant. Zukünftig wird die ständige Verfügbarkeit und Bereitstellung hochaufgelöster, qualitätsgeprüfter vierdimensionaler Daten (Raum, Zeit) für den Einsatz von Effektoren in den Bereichen Heer und Marine erforderlich sein.

FRAU SCHRÖN, WELCHES ZIEL VERFOLGT DABEI DAS PROJEKT?

Das Ziel des Projektes besteht in der Versorgung von Waffensystemen über Führungs- und Waffeneinsatzsysteme in den Bereichen Heeresartillerie und Marine. Auf der Basis von meteorologischen Vorhersagemodelle können für einen Standort oder für ein nutzerspezifisches Areal, mit unterschiedlicher horizontaler, vertikaler und zeitlicher Auflösung, vierdimensionale Datensätze im NATO-Standardformat METGM (Standard Gridded Met Message) erstellt werden. Die Ausgestaltung der bereitgestellten Modelldaten (Ort, Zeit, Auflösung) ist im hohen Maße flexibel und lässt sich an die Anforderungen der Bedarfsträger anpassen. Mit unterschiedlichen Übertragungsverfahren können die Modelldaten an die Führungs- und Waffeneinsatzsysteme bei Heer und Marine zur Nutzung durch Land- und Seeartilerie übermittelt werden.



Panzerhaubitzen 2000 setzen einen Feuerauftrag um bei der Ausbildungs- und Lehrübung 2022 auf dem Truppenübungsplatz Bergen. (Quelle: Bundeswehr/Mario Bähr)



Eine Panzerhaubitze 2000 schießt scharf bei der Übung Resolute Stallion während der enhanced Forward Presence Battle Group in Rukla/Litauen. (Quelle: Bundeswehr/Christian Endres)

Da die reine Datenbearbeitung und Umformatierung seit Jahren erprobt ist, kommt es hier vor allem auf die Berücksichtigung der unterschiedlichen Bedarfe bei Heer und Marine bzgl. Einsatzgebieten, Gebietsabdeckung, Datenauflösung, Übertragungswegen (inkl. Datenanforderungsverfahren) usw. an; d. h. die Entwicklung nutzerspezifischer maßgeschneiderter Lösungen ist gefordert.

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT/ SPANNEND?

Interessant ist die direkte Zusammenarbeit mit den Bedarfsträgern von Heer und Marine auf der einen Seite sowie die aktive Einbindung in das verantwortliche NATO-Gremium zur Entscheidung über die verwendeten standardisierten Datenformate auf der anderen Seite.

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT ATMOSPHÄRENPHYSIK

OBERREGIERUNGSRÄTIN ANNE SCHRÖN (MASTER OF SCIENCE METEOROLOGIE)

OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFAN POLANSKI (DIPLOM-GEOGRAPH)

SIMULATION VIRTUELLER REICHWEITEN MIT SCHALLAUSBREITUNGSMODELLEN FÜR DEN LÄRM- UND FELDLAGERSCHUTZ DER BUNDESWEHR

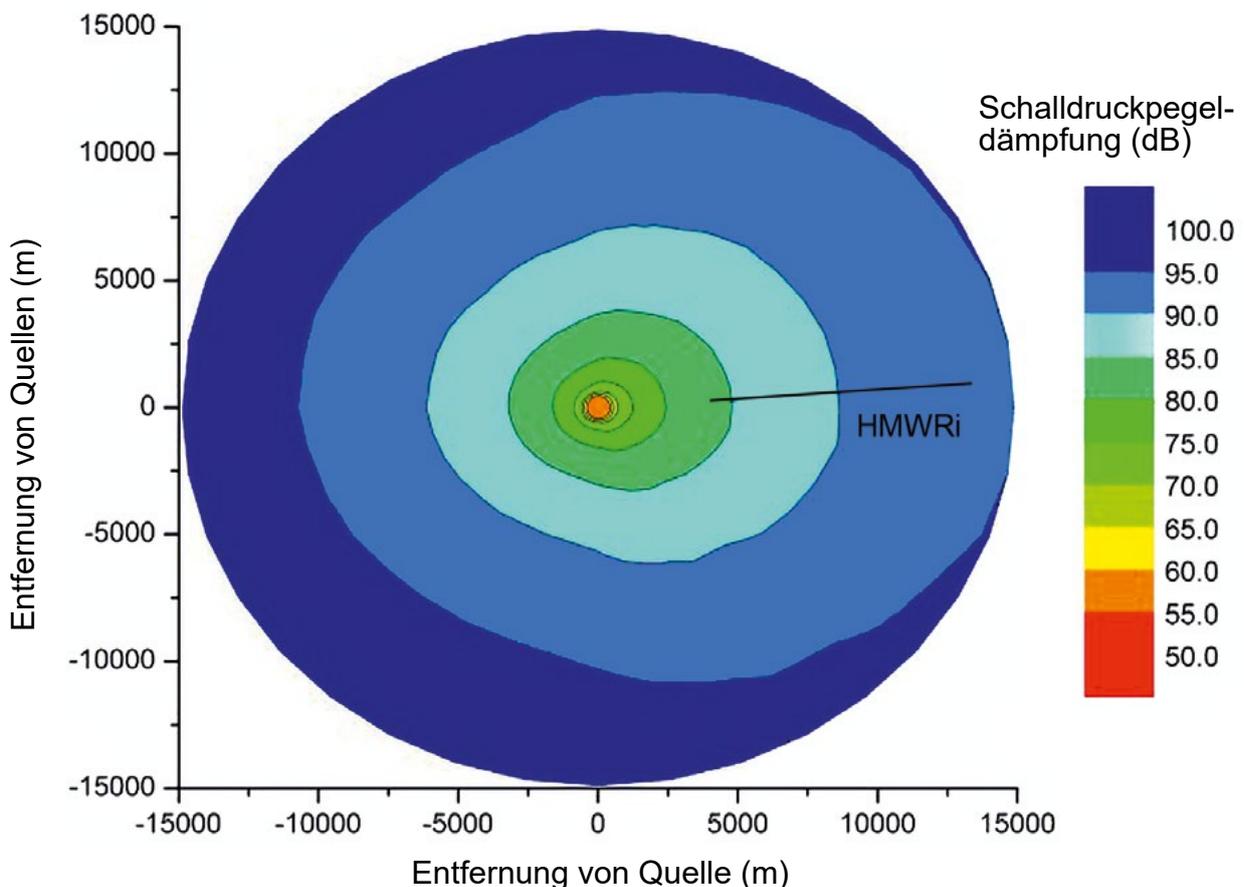


Wie schnell und in welche Richtung sich Geräusche (Schall) mit welcher Lautstärke ausbreiten, ist sehr stark vom Zustand der Atmosphäre abhängig:
 Von der Dichte, der Luftfeuchtigkeit und vor allem der Windrichtung und Geschwindigkeit.
 Durch die Entwicklung eines Schallausbreitungsmodells, das mit aktuellen oder simulierten Wetterdaten versorgt wird, kann u. a. die akustische Zielortung optimiert – d. h. Identifikation der Position des Ursprungsorts eines Geräuschs, z. B. einer gegnerischen Artilleriestellung – oder der eigene Standort besser gewählt werden.

FRAU SCHRÖN, WELCHE FAKTOREN SOLLEN IN DEM MODELL BERÜCKSICHTIGT WERDEN?

Es gehen in das Modell meteorologische Daten ein, die auf Messungen oder Berechnungen beruhen können. Gegen den Wind wird eine Schallquelle z. B. leiser und damit weiter entfernt wahrgenommen, als im Mitwindbereich, wo die Entfernung stark überschätzt wird

(siehe **Abb. 1**). Um die reale Entfernung zu ermitteln, ist es somit unerlässlich, das Wetter zu kennen. Auch die Topographie des Geländes, die Vegetation, die Bebauung und ob es sich um eine fliegende Schallquelle, bspw. einen Hubschrauber, oder stationäre Schallquellen handelt, haben einen Einfluss auf die Schallausbreitung.



△ **Abb. 1:** Horizontale Karte einer gemittelten Schallpegeldämpfung [dB] für den Ort München als Gesamtjahresmittel von 12 UTC (2001-2007, (Hauptmitwindrichtung [HMWRi]: W). (Quelle: Abschlussbericht Fachprojekt Uni Leipzig, 2018)

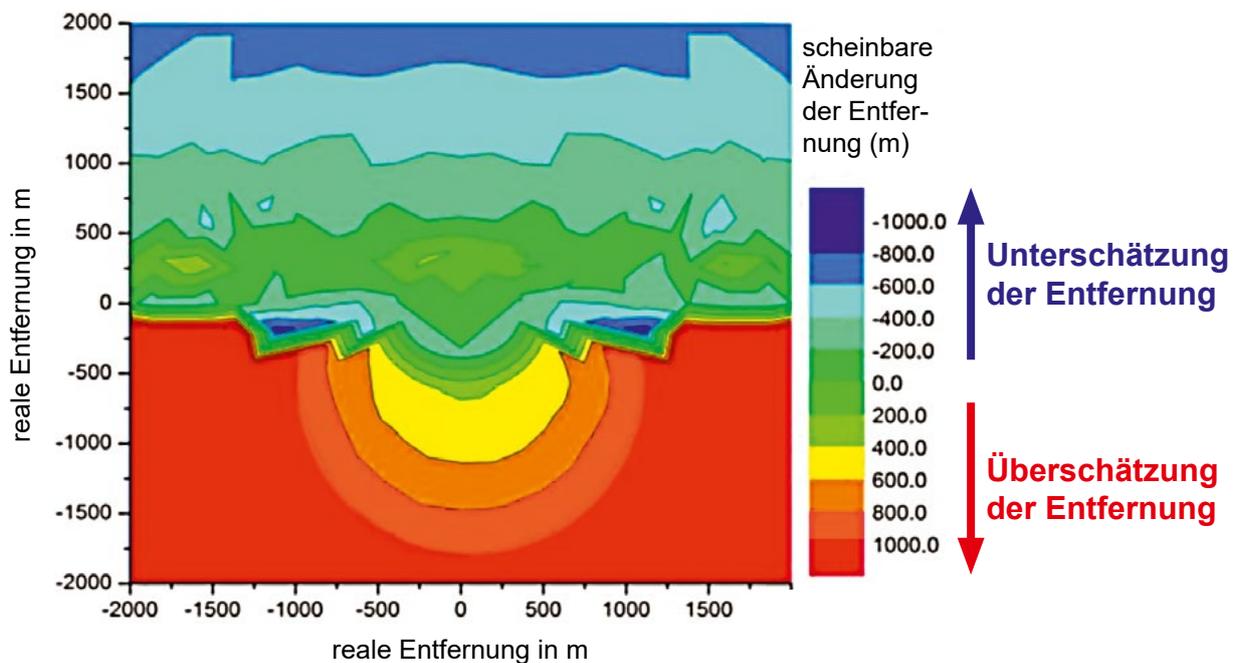
Um das neue Verfahren ‚virtuelle Reichweiten‘, z. B. für den Einsatz, in akustischen Zielortungssystemen anwenden zu können, muss auf Basis aktueller meteorologischer Daten zuerst die aktuelle Schallausbreitung berechnet werden. In einem vorangegangenen Projekt mit dem Leipziger Institut für Meteorologie wurden hierfür klimatologische Schallkarten für Deutschland erstellt (siehe **Abb. 2**). Anschließend konnte durch den Vergleich der klimatologischen Schalldaten mit den aktuellen Schallausbreitungsbedingungen ermittelt werden, wie weit die eingesetzte Schallsensorik detektieren kann. Die ‚virtuelle Reichweite‘ sowie die o. g. Einflussfaktoren – Bebauung, Topographie etc. – fanden bisher keine Betrachtung. Im Rahmen des neuen Projekts sollen diese Einflussfaktoren ebenso berücksichtigt werden, wie auch die Art der Schallquelle. Ebenfalls ist geplant, das Modell an beliebigen Einsatzorten nutzen zu können. Ziel ist es, mit dem Modell den Einsatz der akustischen Zielortungssysteme zu optimieren und den Schutz des eigenen Standortes zu verbessern.

FÜR WELCHE SZENARIEN FINDEN SICH NOCH EINSATZMÖGLICHKEITEN FÜR DAS MODELL?

Für militärische Operationen könnten schallarme Annäherungstrajektorien für bestimmte Vorhersagezeiten und Orte berechnet werden, wie sie etwa für die Spezial- und Spezialisierten Kräfte der Bundeswehr nötig sind. Hierfür müssten vorab Schallsignaturen generiert und in einer zweiten Phase mit dem Modell validiert, sowie die Schall- und Lärmausbreitung visualisiert werden. Das Modell wäre vielseitig anwendbar und könnte z. B. auch für den Lärmschutz der Umgebung von Feldlagern verwendet werden.

WAS IST AN DEM PROJEKT FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT?

Die direkte Zusammenarbeit mit den Bedarfsträgern aus der Bundeswehr auf der einen Seite und der Austausch mit den verschiedenen Forschungsinstituten und Experten auf der anderen Seite machen die Arbeit für mich besonders interessant.



△ **Abb. 2:** Beispiel einer Visualisierung von Über- und Unterschätzung der Entfernung durch Schallausbreitung an der Station Lindenberg. (Quelle: Abschlussbericht Fachprojekt Uni Leipzig, 2018)

KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT ATMOSPÄRENPHYSIK

OBERREGIERUNGSRÄTIN ANNE SCHRÖN (MASTER OF SCIENCE METEOROLOGIE)

OBERREGIERUNGSRAT DR. STEFAN POLANSKI (DIPLOM-GEOGRAPH)

FORSCHUNG AN EINER MODELLBASIERTEN VORHERSAGE VON SICHTWEITEN IM INFRAROTEN SPEKTRALBEREICH FÜR EINSATZ UND ÜBUNG



Bildgebende Sensorik für infrarote Spektralbereiche (Wärmebilder) unterstützen als Bestandteil moderner Waffensysteme schon heute, etwa Hubschrauberpilotinnen und -piloten, bei ihren Aufgaben. Ähnlich wie meteorologische Einflüsse die Sicht vermindern können, hat der Zustand der Atmosphäre auch einen wesentlichen Einfluss auf den infraroten Spektralbereich. Neben den Wetterdaten sollen auch die unterschiedliche Absorption und Abstrahlung der Strahlung von Boden und etwa Fahrzeugen in das Modell mit einfließen, um noch genauer als bisher die IR-Sichtweiten (IR: Infrarot) vorhersagen zu können. Der für die Flugwetterberatung in der Bundeswehr zuständige GeolInfoDBw hat die Auswirkungen des Wetters auf den infraroten Spektralbereich genauer im Blick.

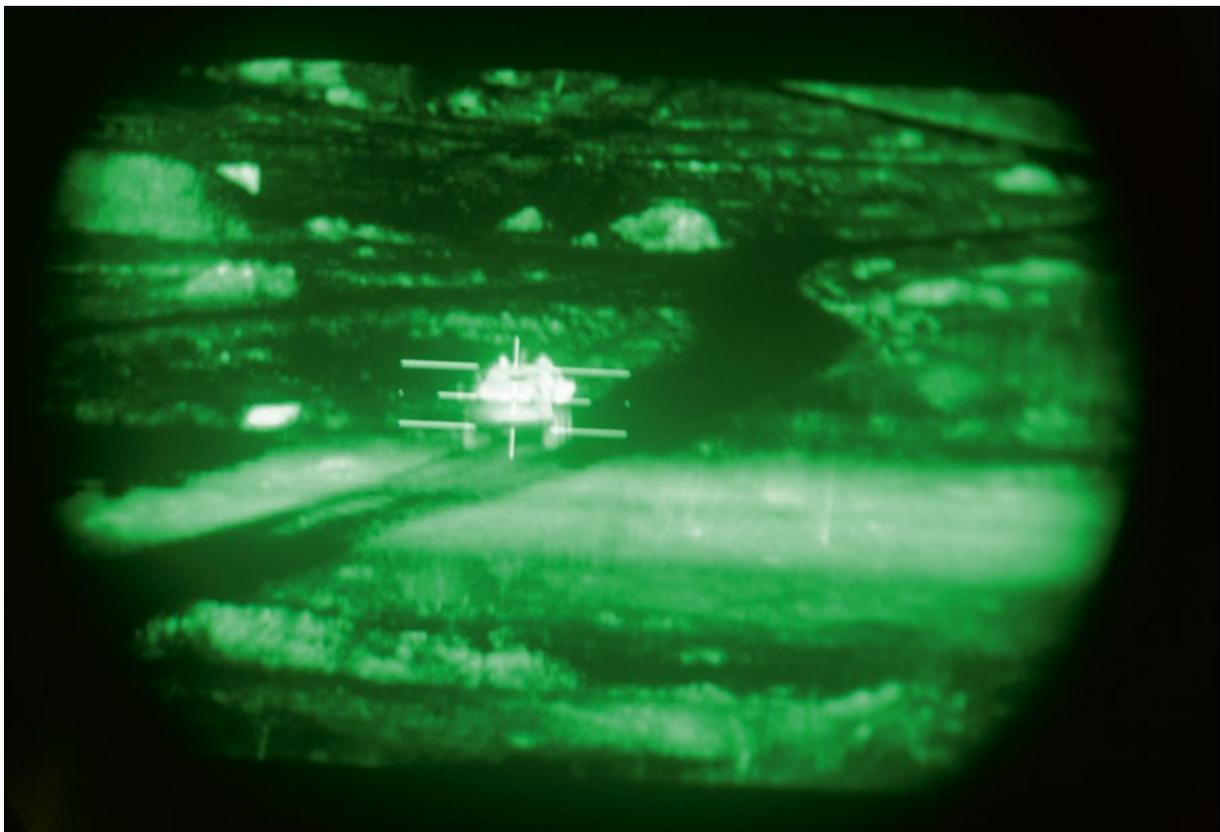


WELCHES ZIEL VERFOLGT DAS PROJEKT?

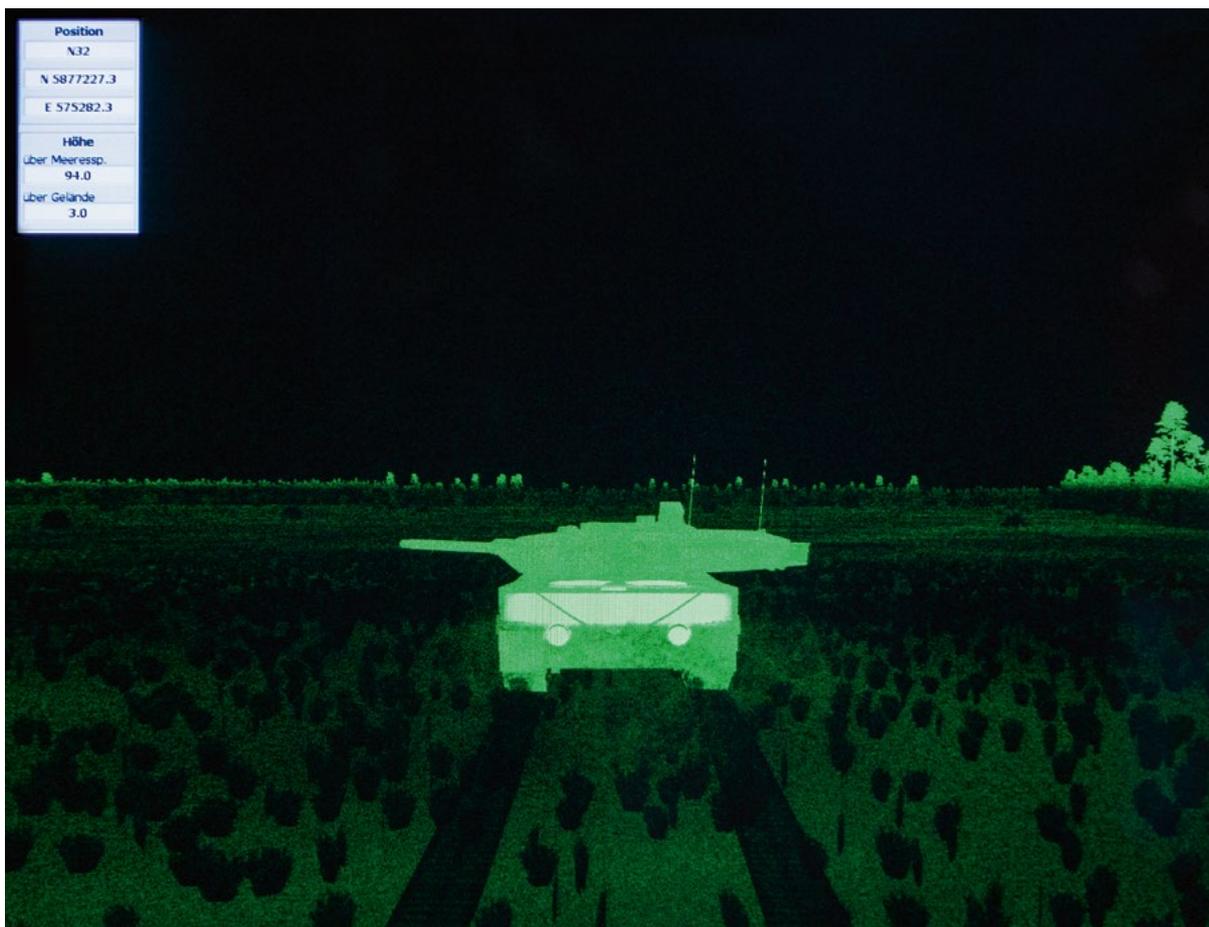
Den Einsatz- und Flugwetterberatenden soll ein technisches Hilfsmittel zur Verfügung gestellt werden, das die IR-Sichtweite für ganze Gebiete, bspw. flächendeckend für Deutschland, oder nach Bedarf für einzelne Orte in möglichst einfacher Form berechnet und ausgibt. Diese zusätzliche Wetterinformation dient schließlich einer verbesserten Unterstützung von Entscheidungsprozessen bei der Einsatz- und Flugplanung.

WELCHE BESONDEREN HERAUSFORDERUNGEN WEIST DAS PROJEKT AUF?

Ein solches Projekt weist eine große Zahl fachlicher, technischer und organisatorischer Problemstellungen auf, die für sich genommen zwar sehr interessant und spannend sein mögen, gleichzeitig aber schnell vom eigentlichen Ziel – dem Nutzerkreis ein möglichst einfaches Vorhersageprodukt zur Verfügung zu stellen – ablenken können. Dazu sind gewisse Kompromisse bzw. Vereinfachungen in Kauf zu nehmen.



Gefechtsschießen mit Blick durch das WBG (Wärmebildgerät) des Marders. (Quelle: Bundeswehr/Mandt)



Wärmebildgerät des Richtschützen auf einem Monitor in der Leitungskabine im Ausbildungsgerät Gefechtssimulator Panzertruppe (AGPT) für den Kampfpanzer Leopard 2 im Ausbildungszentrum Panzertruppen in Munster. (Quelle: Bundeswehr/Hannemann)

WAS IST AN DEM THEMA FÜR SIE BESONDERS INTERESSANT?

In der Bundeswehr bzw. Truppe ist der Bedarf nach einer Vorhersage von Sichtweiten im infraroten Spektralbereich sehr hoch, weshalb wir von einem sehr hohen Nutzwert ausgehen. Davon abgesehen ist der fachliche Hintergrund, wie sich die IR-Strahlung unter welchen Wetterbedingungen durch die Atmosphäre ausbreitet, für mich am Interessantesten.

EXISTIEREN SCHNITTPUNKTE MIT ANDEREN PROJEKTEN IM GEOINFODBW?

Nicht direkt. Das Projekt kann zumindest als signifikante Weiterentwicklung des bisherigen Verfahrens zur Vor-

hersage von Transmissionswerten im infraroten Spektralbereich gesehen werden. Diese werden derzeit bei der Flugwetterberatung im Heer verwendet und haben nur einen sehr begrenzten Nutzerkreis. Darüber hinaus reichen die Transmissionswerte allein nicht aus, um zuverlässig eine Sichtweite ableiten zu können.

WAS MACHT IHNEN AM PROJEKT BESONDERS FREUDE?

Persönlich ist es mir immer am Wichtigsten, stetig etwas zu lernen. Daher interessiert mich der fachliche und technische Aspekt am meisten.

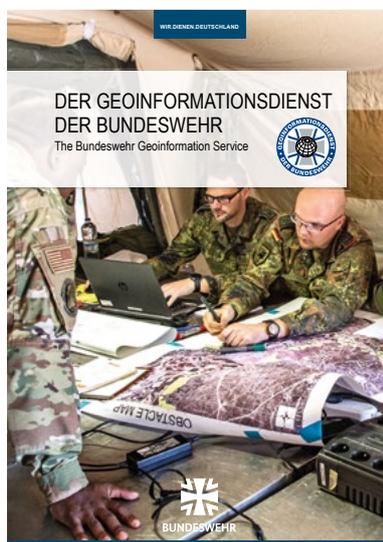
KONTAKT: ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

STICHWORT: DEZERNAT ATMOSPÄRENPHYSIK

SIE SIND AN WEITEREN INFORMATIONEN ZUM GEOINFORMATIONSDIENST DER BUNDESWEHR INTERESSIERT?

Für weitere Informationen rund um den Geoinformationsdienst der Bundeswehr und das Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr laden wir Sie ein, sich auf unserer Homepage unter <http://cir.bundeswehr.de/zgeobw> zu informieren. Neben Allgemeinen Informationen finden Sie hier auch aktuelle Nachrichten, Informationsmaterial sowie öffentlich zugängliche Fachpublikationen zum Download. Wir haben Ihr Interesse als Arbeitgeber geweckt? Auf <https://www.bundeswehrkarriere.de> unter dem Suchbegriff „Geo“ finden Sie weiterführende Informationen zu den militärischen und zivilen Einstiegsmöglichkeiten.

DER GEOINFORMATIONSDIENST DER BUNDESWEHR



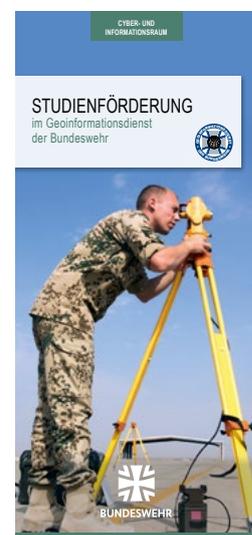
ALLGEMEINE INFORMATIONEN



KARRIEREMÖGLICHKEITEN



STUDIENFÖRDERUNG



IMPRESSUM

Herausgeber:
Leiter Geoinformationsdienst der Bundeswehr

Redaktion:
Zentrum für Geoinformationswesen der
Bundeswehr
Dezernat Fachpublikationen/Fachinformati-
onsstelle
ZGeoBwPressearbeit@Bundeswehr.org

Anschrift:
Zentrum für Geoinformationswesen der
Bundeswehr
Frauenberger Str. 250
53879 Euskirchen

Stand: Februar 2024
G-23-1063

