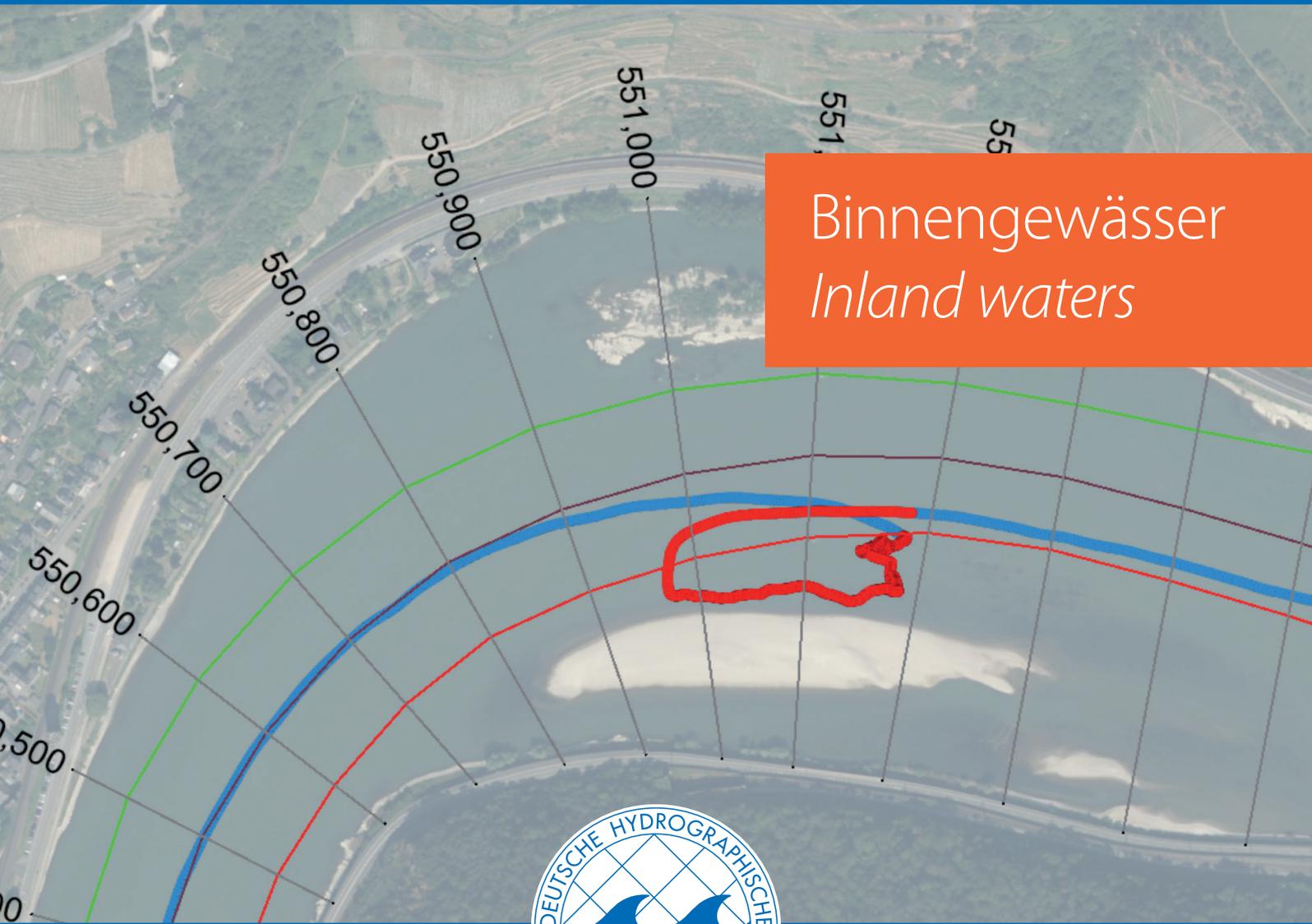


Journal of Applied Hydrography

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

03/2025

HN 130



Binnengewässer
Inland waters



Die Entstehung des Bastelbogens »Gran Canaria«

Ein Beitrag von PETER DUGGE

Die Deutsche Hydrographische Gesellschaft (DHyG) hat anlässlich der HYDRO 2024 in Warnemünde ein Giveaway erstellen lassen, das auch die Nachwuchsgewinnung unterstützen soll: Einen farbigen Bastelbogen aus Papier für ein dreidimensionales Modell der Über- und Unterwasserlandschaft der Insel Gran Canaria im Maßstab 1 : 500 000. Aspekte aus Geologie, hydrographischer Messtechnik, Topografie, Kartografie und Nautik werden damit anschaulich dargestellt. Das Basteln und das anschließende Betrachten des fertigen Modells regen zu einer Entdeckungsreise zu diesen Themen an und wecken hoffentlich das Interesse an der vielfältigen Arbeitswelt der Hydrographie. Der Artikel stellt die Entstehung des Bastelbogens von der ersten Idee bis zum gedruckten Ergebnis dar.

DGM | 3D-Modell | Seamount | Seekarte | Dreiecksvermaschung
DTM | 3D model | seamount | sea chart | triangular meshing

The German Hydrographic Society (DHyG) has organised the creation of a giveaway on the occasion of HYDRO 2024 in Warnemünde, which is also intended to support the recruitment of young talents: A coloured paper craft sheet for a three-dimensional model of the landscape of the island of Gran Canaria above and below the water surface at a scale of 1 : 500,000. The model vividly presents aspects of geology, hydrographic measurement technology, topography, cartography and navigation. The crafting and the subsequent viewing of the finished model invites to a journey of discovery on these topics and hopefully awakens interest in the manifold professional hydrographic work. The article describes the development of the craft sheet from the first idea to the printed result.

Autor

Peter Dugge ist Redakteur beim Journal of Applied Hydrography (HN) und arbeitet als Systemdesigner für Navigationsanlagen bei der Atlas Elektronik GmbH in Bremen.

peter.dugge@dhyg.de

Idee

Beim Besuch der Intergeo 2023 kam einem Redaktionsmitglied der *Journal of Applied Hydrography* (HN) die Idee, die Arbeit der DHyG zur Nachwuchsgewinnung für das Berufsfeld der Hydrographie durch einen Bastelbogen für ein dreidimensionales Modell eines Seamounts als Giveaway zu unterstützen. Die DHyG nimmt oft an den verschiedensten Veranstaltungen für Schüler und Schülerinnen sowie für Studierende teil, um für die Hydrographie zu werben (z. B. KonGeoS, Tag der Technik). Daher wurde schon länger nach einem passenden und besonderen Werbeartikel gesucht, der auf diesen Veranstaltungen verteilt werden kann. Die Idee für den Bastelbogen wurde vom Vorstand der DHyG dankend aufgegriffen.

Durch die Redaktionsleitung der HN wurde ein Team mit Fachleuten aus Geologie, Ausbildung, Dokumentation und Hydrographie zusammengestellt. Bei Papercraft Mountains, einer kleinen, auf Bergmodelle spezialisierten Firma, die von den Brüdern Johann und Jürnjacob Dugge nebenberuflich betrieben wird, wurde die Entwicklung eines Bastelbogens beauftragt. Zum Team gehörten Lars Schiller (HN), Peter Dugge (HN), Jens Schneider von Deimling (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,

CAU), Tanja Dufek (damals HafenCity Universität in Hamburg) und Sylvia Spohn (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Rostock, BSH).

Durch das interdisziplinär zusammengesetzte, engagierte Team sollte ein visuell und haptisch ansprechendes, einfach baubares Modell entwickelt werden, bei dem mit einer nautischen Seekarte, einem Satellitenbild, einem digitalen Geländemodell (DGM) der Landfläche und des Meeresbodens und einer ansprechenden textlichen und farblichen Gestaltung viele Themen der Hydrographie anschaulich dargestellt werden. Das Modell sollte neugierig machen auf den »unterseeischen Saal (...) der Hydrographie (...) voller spannender Dinge, technischer Wunderwerke und farbenfroher räumlicher Darstellung in 4-D«, von dem Thomas Dehling, der 1. Vorsitzende der DHyG, in seiner Festrede anlässlich des 40-jährigen Bestehens der DHyG sprach (Dehling 2024).

Auswahl von Gran Canaria

Zunächst war vorgesehen, einen echten Seamount, also einen vollständig unter der Wasseroberfläche liegenden Berg, wie z. B. den Vesteris Seamount bei Grönland, mit dem geplanten dreidimensionalen Papiermodell nachzubilden.

Bei den Abstimmungen im Team zeigten sich allerdings schnell die Vorzüge einer Insel als Modellgegenstand:

- Mit einer Insel werden die Herausforderungen der Hydrographie bei der ganzheitlichen Erfassung von Objekten und Strukturen, die zum Teil über und zum Teil unter der Wasseroberfläche liegen, deutlich.
- Das Modell einer Insel bietet mit seinem Überwasseranteil einen der Allgemeinheit vertrauten Anblick und führt von dort hinab in die für viele Betrachtende unbekanntere Unterwasserwelt, das Kerngebiet der Hydrographie.

Die Insel sollte ein Solitärberg sein, das heißt, sie sollte nicht wie der Mount Everest oder die Zugspitze nur Teil eines ganzen Gebirges sein, sondern sie sollte wie das Matterhorn, der Fujijama oder der Kilimandscharo in seiner Gesamtheit als eine eigenständige Struktur erkennbar sein, die klar von ihrer Umgebung abgegrenzt ist und am besten direkt vom Meeresgrund aus aufsteigt.

Als Kandidaten für die zu modellierende Insel kamen in die engere Auswahl: der Mauna Kea/Hawaii (der als größter und höchster Berg der Erde gilt, wenn man den Unterwasseranteil mit einbezieht), Réunion bei Madagaskar und Gran Canaria.

Die Wahl fiel auf Gran Canaria. Die Gründe dafür waren der Bekanntheitsgrad der Insel in Europa und ihre markante, aber relativ simple und damit gut mit einem Papiermodell darstellbare Form.

Entwicklungsaufgabe

Das 3D-Seamount-Modell sollte relativ einfach zu basteln sein, weswegen es aus maximal 30 Dreiecken bestehen sollte. Es sollte mit einer Textur und erläuternden Texten versehen sein und auf beidseitig farbig bedrucktem Kartonpapier geliefert werden.

Als Arbeitsschritte für die Entwicklung und Fertigung des Bastelbogens waren geplant:

- Erstellung einer Textur für die Oberfläche des Modells,
- Entwicklung der dreidimensionalen Form des Modells,
- Konstruktion und Beschriftung der Seitenwände,
- Layout des Bastelbogens,
- Drucken des fertigen Bastelbogens.

Einzubringende Daten

Für den Bastelbogen waren unterschiedliche Datensätze und Unterlagen erforderlich:

- Ein DGM für die Landflächen und den Meeresboden, um die dritte Dimension des Modells und eine hypsometrische Darstellung und Schummerung für die Textur erzeugen zu können,
- eine Seekarte für das gesamte Modellgebiet,
- ein Satellitenbild für den Landanteil.

Das digitale Geländemodell

Als DGM stellte Jens Schneider von Deimling einen Datensatz von Prof. Sebastian Krastel zur Verfügung (Krastel et al. 2002) (siehe [Abb. 1](#)).

Der Datensatz enthält Daten unterschiedlicher Auflösung. Die Daten decken das Seegebiet um Gran Canaria nicht vollständig und gleichmäßig ab, sondern sind entsprechend den wissenschaftlichen Aufgabenstellungen, wie z. B. der Erfassung von Schelfkanten und Rutschungen, angelegt. Lücken zwischen den Daten sind mit GEBCO-Daten geschlossen worden.

Bei der Zusammenfassung der Daten von verschiedenen Messungen zeigte sich, dass es bei diesen Daten häufig nicht wie bei nautischen Vermessungen auf eine absolute, sondern auf eine relative Genauigkeit ankam, mit der sich geologische Formationen erkennen lassen. Differenzen zwischen den verschiedenen Datensätzen führten in der hypsometrischen Darstellung im Papiermodell zu Artefakten an den Datensatzgrenzen.

Neben den Tiefeninformationen für das Seegebiet rund um Gran Canaria enthält das DGM auch Höhendaten für die Landflächen Gran Canarias.

Auswahl des Geländeausschnittes

Die konkrete Auswahl des Geländeausschnittes wurde anhand des DGM im Geoinformationssystem QGIS vorgenommen. Der Ausschnitt musste einerseits groß genug sein, um die Eigenschaft von Gran Canaria als Solitär gut erkennen zu können, und es galt andererseits zu beachten, dass nicht ein unnötig großes Gebiet zu zusätzlichen Bastel-Dreiecken führte. Außerdem sollte das Modell in seinen Abmessungen nicht zu groß werden,

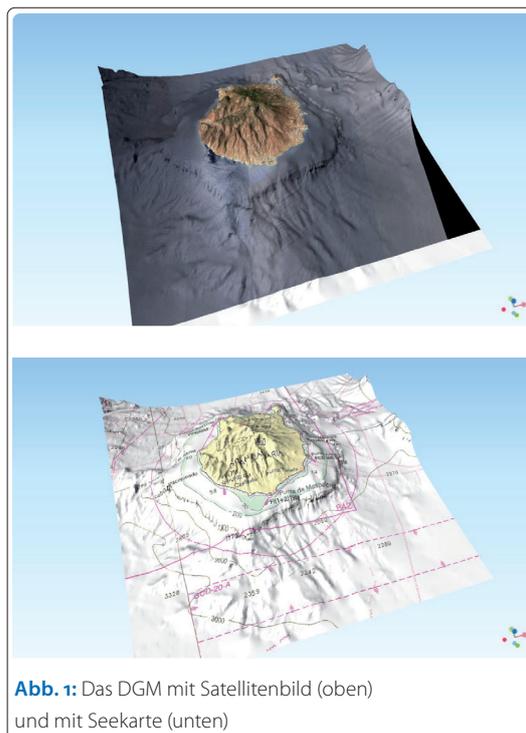


Abb. 1: Das DGM mit Satellitenbild (oben) und mit Seekarte (unten)

aber gleichzeitig sollte es einen möglichst großen Maßstab haben, um in der Textur des Modells geologische Strukturen des Meeresbodens gut erkennen zu können.

Letztlich konnte ein Tiefseegebiet festgelegt werden, aus dem die Insel mit ihren steilen Flanken deutlich hervortritt und bei dem sie gleichzeitig ungefähr in der Mitte des Modells liegt.

Das trägt zur mechanischen Stabilität des Modells bei und verdeutlicht den großen vertikalen Abstand von rund 5000 m zwischen dem Tiefseeboden und dem höchsten Gipfel Gran Canarias, dem Pico de las Nieves mit einer Höhe von 1950 m.

Maßstabswahl und Überhöhung

Als »runder«, möglichst großer, horizontaler Maßstab wurde 1 : 500 000 festgelegt, womit sich das Modell gut auf drei DIN-A4-Blättern abbilden ließ.

Zusätzlich musste der vertikale Maßstab festgelegt werden. Aus praktischen Gründen sollte eine gewisse Höhe des Gesamtmodells nicht überschritten werden. Gleichzeitig sollte genügend Raum für die deutliche dreidimensionale Wiedergabe der Insel und auf den Seitenwänden ausreichend Platz für eine erläuternde Beschriftung und auch das DHyG-Logo bleiben.

Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte erwies sich eine vertikale Maßstabsüberhöhung von 1 : 5 als sinnvoll, womit sich ein »runder« vertikaler Maßstab von 1 : 100 000 ergab. Damit werden im dreidimensionalen Modell die starke Neigung der unterseeischen Sockelbegrenzung Gran Canarias und die ausgeprägte Erscheinungsform des Überwasseranteils als nahezu perfekter Kegel gut wiedergegeben.

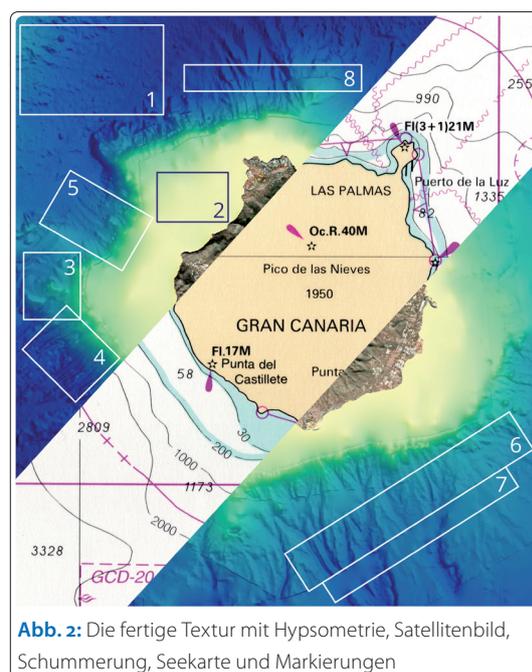


Abb. 2: Die fertige Textur mit Hypsometrie, Satellitenbild, Schummerung, Seekarte und Markierungen

Auswahl der Seekarte

Schnell fiel die Entscheidung, in die Textur eine konventionelle Seekarte statt eines Ausdrucks einer elektronischen Seekarte (ENC) einzubinden, obwohl letzterer »moderner« gewirkt hätte. Der Grund lag vor allem darin, dass es um eine statische Kartendarstellung auf Papier und nicht etwa um eine dynamische Darstellung mittels eines elektronischen Gerätes wie etwa eines ECDIS ging. Für diesen Zweck schien die Nutzung einer Papierkarte geeigneter. Die Gründe dafür sind vielfältig und umfassen unter anderem die höhere Auflösung und die kleineren Symbole der Papierseekarte gegenüber einer ECDIS-Darstellung. Ferner sieht man in einer ENC bestimmte Informationen nicht auf den ersten Blick, sondern erst durch interaktives Anklicken.

Im Archiv des BSH in Rostock standen mehrere Papierseekarten mit unterschiedlichen Maßstäben und grafischen Informationsdichten zur Verfügung. Die Wahl fiel auf eine Karte mit klarer und einfacher Signatur, generalisiert auf den Maßstab 1 : 1,1 Millionen, die BSH-Seekarte 837 (INT 1083).

Als Herausforderung erwies sich das Scannen der Karte: Da die Auflösung einer Papierseekarte traditionell sehr hoch ist, die BSH-Karte 837 außerdem eine besonders feine Liniensignatur hat, das Kartenbild auf dem Papiermodell ungefähr doppelt so groß wie im Original sein und die Druckauflösung für das Modell sehr hoch sein würde, musste das Scannen ebenfalls mit einer sehr hohen Auflösung erfolgen (1200 dpi).

Auswahl von Satellitenbilddaten

Für die visuelle Darstellung der Landflächen wurden frei verfügbare, mit den Sentinel-Satelliten des europäischen Copernicus-Programms aufgenommene optische Daten genutzt. Es standen genügend wolkenfreie Szenen mit einer Auflösung von 10 m zur Verfügung. Im Modell führte das zu einer Auflösung von 0,02 mm (ca. 1200 dpi), was sich als ausreichend erwiesen hat.

Die Textur

Bei »normalen« Bergmodellen kommt in der Regel eine vergleichsweise einfach zu erzeugende Textur aus einem Luft- oder Satellitenbild zum Einsatz. Gegebenenfalls kommt noch eine aus einem DGM erzeugte Schummerung hinzu.

Beim Seamount-Modell der DHyG wurde eine wesentlich komplexere Textur realisiert, um möglichst viele hydrographische Themen abzudecken. Sie besteht aus einer geschummerten hypsometrischen Darstellung des Seegebietes, einem geschummerten Satellitenbild des Landanteils, einer teilweisen Überlagerung durch eine Seekarte und einer Markierung von geologischen und hydrographischen Besonderheiten (Abb. 2).

Die Tiefendaten des DGM sind hypsometrisch,

das heißt mit einer die Tiefen repräsentierenden Farbskala, dargestellt. Dafür wurde eine von der CAU zur Verfügung gestellte, spezielle Farbskala verwendet, die auch Betrachtenden mit Farbschwäche einen guten Eindruck der dargestellten Tiefen vermittelt.

Von den Satellitenbilddaten ist der Landanteil übernommen und in die hypsometrische Darstellung eingepasst worden.

Der kombinierte Datensatz ist mit einer aus dem DGM abgeleiteten, speziellen Schummerung versehen worden, die besonders geeignet ist, geologische Strukturen hervorzuheben. Die Parameter der Schummerung wurden interaktiv dahingehend optimiert, dass wesentliche geologische und hydrographische Merkmale des DGM möglichst deutlich dargestellt werden.

Die geschummerte Kombination aus Satellitenbild und Hypsometrie ist mit einem vom Nordosten des Modells über die Mitte der Insel nach Südwesten verlaufenden Streifen aus der Seekarte überdeckt. Im Streifen enthalten sind im Nordosten viele nautische Informationen (Leuchfeuer, Hafen, Kabel) und im Südwesten beeindruckende Tiefeninformationen. Die Tiefenlinien verlaufen dabei quer über den Streifen und erlauben an den Streifenkanten einen direkten Vergleich mit der hypsometrischen Darstellung. Die Texte aus der Seekarte sind kaum abgeschnitten.

Die Visualisierung der vertikalen Charakteristika der Insel in der Seekarte, dem Satellitenbild und der Hypsometrie wird durch die dritte Dimension des Papiermodells eindrucksvoll verstärkt. Beispiele dafür sind die steilen Hänge über und unter Wasser, die 200-m-Tiefenlinie als Begrenzung des Schelfgebietes, der tiefste Einzelpunkt mit einer Tiefe von 3328 m und der Pico de las Nieves mit seiner Höhe von 1950 m.

Ergänzt wurde die Textur mit nummerierten Markierungen für einige in der Textur sichtbare geologische und hydrographische Besonderheiten des Meeresgebietes und der Datensätze wie unterseeischen Rutschungen, dem Schelfgebiet und mehreren Artefakten.

Das dreidimensionale Papiermodell

Das Entwickeln eines dreidimensionalen Papiermodells für einen Berg ist ein komplexer Prozess: Ausgehend von einem DGM wird zunächst ein speziell für die Generierung von Papiermodellen entwickeltes Programm für die Erzeugung einer Dreiecksvermaschung eingesetzt (Dugge und Dugge 2016). Für die Dreiecksvermaschung für Papiermodelle gelten besondere Anforderungen. So können sehr kleine und sehr schmale Dreiecke schlecht geschnitten und gefaltet werden. Mit dem Programm werden die angestrebte Anzahl der Dreiecke und deren geometrischen Eigenschaften ebenso berücksichtigt wie die

Abweichung der Dreiecksflächen vom DGM. Als nächster Schritt erfolgt mit der Spezialsoftware »Pepakura« die Zusammenfassung von mehreren Dreiecken zu einzelnen, ebenen Falzelementen und schließlich deren Zuordnung zu übergeordneten, voneinander getrennten Papierelementen. Den Papierelementen werden Klebelaschen und Klebekanten zugeordnet, die ihrer Klebereihenfolge entsprechend nummeriert werden. Automatisch erfolgt dabei das Einzeichnen von Berg- und Tal-Falzlinien.

Neben dem DGM wird die Textur von Anfang an in diesen interaktiven Arbeitsprozess eingebracht, um charakteristische Geländemerkmale wie Gipfel, Rücken, Talsohlen und Bruchlinien ihrer Bedeutung entsprechend im naturgemäß stark generalisierten dreidimensionalen Modell angemessen berücksichtigen zu können. Die Neigungskorrektur und eine über die Schnittkanten hinausgehende Extrapolation der Textur erfolgen dabei automatisch.

Ein wesentlicher Schritt bei der dreidimensionalen Generalisierung ist neben der Festlegung der Kanten der Falz- und Papierelemente auch die vertikale Generalisierung. So hat es sich z. B. als sinnvoll herausgestellt, die Schelfflächen rund um Gran Canaria, das heißt das Seegebiet mit einer Tiefe von bis zu ca. 200 m, im Papiermodell als ein einziges horizontales Papierelement wiederzugeben.

Als letzter Schritt bei der Entwicklung des Papiermodells folgt der Testbau. Dabei wird geprüft, ob sich die Papierelemente problemlos ausschneiden, falzen und zusammenkleben lassen, wie lang die Bauzeit ist, ob das fertige Modell stabil ist und ob es ansprechend aussieht (Abb. 3).

Die Seitenwände

Die Seitenwände tragen mit ihren Falzen und Verstärkungen wesentlich zur Stabilität des Gesamtmodells bei. Sie geben dem Betrachter die Möglichkeit, das Modell in die Hand zu nehmen und von allen Seiten zu betrachten, ohne befürchten zu müssen, es dabei einzudrücken, und sie ermöglichen eine ansprechende Präsentation der Modelloberfläche (Abb. 3).

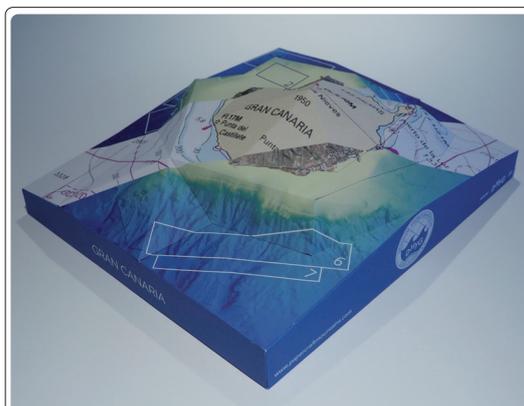


Abb. 3: Das fertig gebastelte Modell

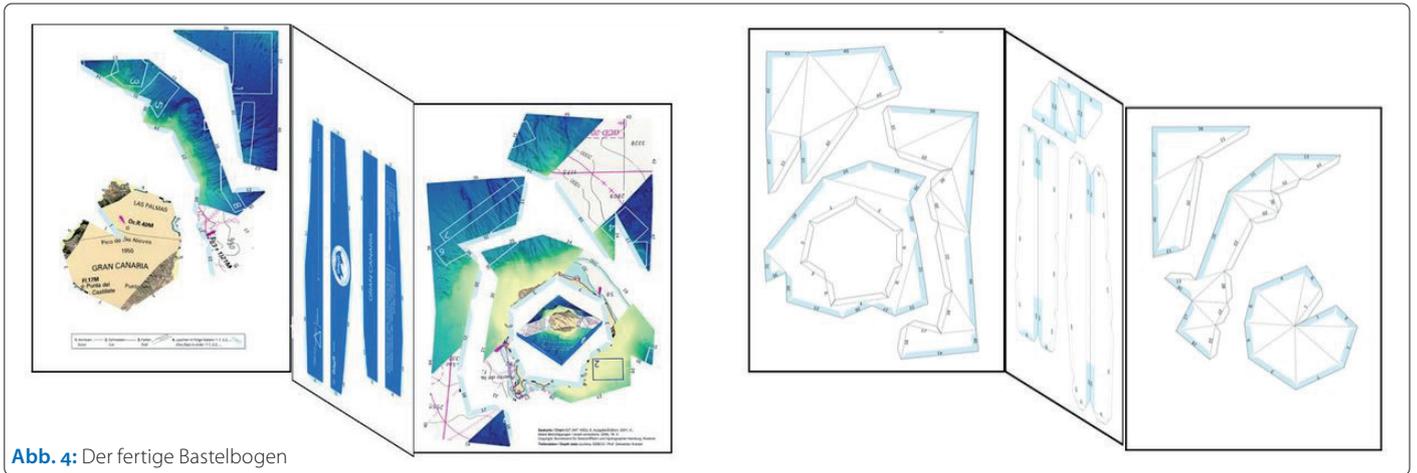


Abb. 4: Der fertige Bastelbogen

Farblich müssen die Seitenwände mit der Textur der Modelloberfläche harmonisieren, im besten Fall spiegeln sie das Thema des Modells wider. Für das Seamount-Modell wurde ein dunkles Blau gewählt.

Die Seitenwände sind ferner Träger für erläuternde kartografische Angaben wie den Maßstab, die Überhöhung und den Namen des dargestellten Berges. Beim DHyG-Modell kamen noch eine erläuternde, zweisprachige Legende mit Informationen zu geologischen und hydrographischen Besonderheiten sowie – deutlich sichtbar – das DHyG-Logo hinzu.

Alle diese Angaben haben Einfluss auf die Größe der Seitenwände, um ausreichend Platz für eine gut lesbare Darstellung und ein ansprechendes Layout zu bieten.

Der Bastelbogen

Für das Layout des Bastelbogens ist zunächst festzulegen, was außer den auszuschneidenden Modellanteilen noch auf ihm untergebracht werden soll. Beim DHyG-Modell waren das eine 3D-Ansicht des fertigen Modells, zweisprachige Angaben zu den Quellen der verwendeten Daten und eine zweisprachige Bauanleitung.

Die auszuschneidenden Modellelemente und die Texte werden möglichst platzsparend auf dem Bogen angeordnet, der beim DHyG-Modell aus drei als Zick-Zack-Falz zusammenhängenden Seiten im Format DIN A4 besteht (Abb. 4). Jedes Element des Modells muss dabei vollständig auf eine Seite passen und darf auch bei einem Zick-Zack-Falz nicht über den Blattrand hinausragen.

Die 3D-Ansicht des Modells und die Quellenangaben sind beim DHyG-Modell auf der Vorderseite der ersten und die Bauanleitung auf der Rückseite der dritten Seite des Bastelbogens angeordnet. Dadurch sind sie bei zusammengefaltetem Bogen sichtbar und die Bauanleitung ist mit ihren detaillierten Hinweisen zur Bearbeitung von Falz- und Schnittkanten beim Basteln stets zur Hand, ohne dass man den Bogen umdrehen muss.

Druck und Papier

Für die Herstellung des Bastelbogens sind die Wahl des Papiers, ein passgenauer Druck auf der Vorder- und Rückseite, eine gute Druckauflösung und eine hohe Qualität der Farbwiedergabe von entscheidender Bedeutung für die Baubarkeit und das ansprechende Aussehen des fertigen Modells.

Beim Modell von Gran Canaria war das besonders für die saubere Darstellung der Linien und Symbole der nautischen Seekarte und für die farbliche Wiedergabe der geschummerten Land- und Meeresbodenflächen und der Hypsometrie wichtig.

Nachwuchs für die Hydrographie

Die Entwicklung des Bastelbogens von Gran Canaria hat fast ein Jahr gedauert. In der erreichten Qualität wäre sie nicht möglich gewesen ohne die Kompetenz, das Engagement, die Flexibilität und die Zielorientierung aller beteiligten Personen und die Unterstützung durch das BSH und die CAU.

Die Arbeit war geprägt von einem interdisziplinären Austausch zwischen allen Beteiligten und spiegelte damit ein wesentliches Merkmal aller hydrographischen Tätigkeiten wider.

Wenn sich der Geist dieser Arbeit und die Begeisterung für die vielen damit verbundenen Fachdisziplinen auch nur auf einen jungen Menschen überträgt, der dadurch für eine Tätigkeit in der Hydrographie gewonnen wird, dann hat der Bastelbogen seinen Zweck erfüllt. //

Literatur

Dehling, Thomas (2024): Wir sind nicht niemand. Hydrographischen Nachrichten, DOI: 10.23784/HN127-01
 Dugge, Jürnjakob; Johann Dugge (2016): A Method for Creating Papercraft Raised Relief Maps from Digital Elevation Models. Proceedings of the 10th ICA Mountain Cartography Workshop, S. 39–53
 Krastel, Sebastian; Hans-Ulrich Schminke; Colin L. Jacobs; Roland Rihm; Timothy P. Le Bas; Bárbara Alibés (2001): Submarine landslides around the Canary Islands. Journal of Geophysical Research, DOI: 10.1029/2000JB900413