



## **Jahrbuch 2023**

Mit aktuellen Mitteilungen des Fachbereichs Geographie  
der Philipps-Universität Marburg

Teil 2

Herausgegeben vom  
Vorstand der Marburger Geographischen Gesellschaft e. V.  
in Verbindung mit dem Dekanat des Fachbereichs Geographie

Marburg/Lahn 2024

---

Im Selbstverlag der Marburger Geographischen Gesellschaft e. V.

© by Selbstverlag:  
Marburger Geographische Gesellschaft e. V.  
Deutschhausstraße 10  
D-35037 Marburg

Kein Teil des Jahrbuchs darf durch Fotografie, Mikrofilm oder andere Verfahren ohne schriftliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Für die Bildrechte der Autorenbeiträge übernehmen die Herausgeber keine Gewähr. Falls unwissentlich Urheberrechte verletzt wurden, wird um Benachrichtigung via Kontaktmail erbeten. Autorisierungen zur Verwendung von Fotos und Abbildungen gelten nur für dieses Jahrbuch.

V.i.S.P.: Der Vorstand der Marburger Geographischen Gesellschaft e. V.

Dr. Ansgar Dorenkamp, 1. Vorsitzender, Tel.: 06421 / 28 24320  
E-Mail: [mgg.vorsitzender@geo.uni-marburg.de](mailto:mgg.vorsitzender@geo.uni-marburg.de)  
apl. Prof. Dr. Stefan Harnischmacher, stellvertr. Vorsitzender, Tel.: 06421 / 28 25917  
E-Mail: [stefan.harnischmacher@geo.uni-marburg.de](mailto:stefan.harnischmacher@geo.uni-marburg.de)  
Fax: 06421 / 28 28950

Fotos Umschlagvorderseite: Der *Malerwinkel* in Marktbreit (© E. Pletsch) und Felsformation in der Breitachklamm (Kleinwalsertal) (© H.-J. Donges)

Umschlaggestaltung, Layout und Satz: Cordula Mann, Marburg  
Druck: TZ-Verlag & Print GmbH, Bruchwiesenweg 19, 64380 Roßdorf

ISSN 0931-6272

# Inhaltsverzeichnis

<b>Entwicklungen und Aktivitäten der Marburger Geographischen Gesellschaft e.V.</b> .....	1
<b>Jahresbericht des Vorsitzenden</b> .....	1
<b>Veranstaltungen im Berichtsjahr 2023/2024</b> .....	4
<b>Exkursionsprotokolle</b> .....	5
BÜDEL, BURKHARD & ALFRED PLETSCH Fahrradexkursion „Südliches Maindreieck“ .....	5
PLETSCH, ALFRED Wanderexkursion „Kleinwalsertal“ .....	45
LEIB, JÜRGEN Auf dem <i>Radrundweg Lumda-Wieseck</i> durch den Vorderen Vogelsberg .....	81
SZÖCS, ANDREAS & BIRGIT SZÖCS Kulturwochenende Mainz/Wiesbaden.....	113
<b>Allgemeine Beiträge – Themenschwerpunkt Kleinwalsertal</b> .....	145
HARNISCHMACHER, STEFAN Zur Geomorphologie des Kleinwalsertals .....	145
IPSEN, OLE Besucherlenkung und Naturvermittlung im Kleinwalsertal – Lösungsansätze für die Herausforderungen in alpinen Tourismusdestinationen .....	163
<b>Kurzfassungen der Gastvorträge</b> .....	175
BÜDEL, CHRISTIAN Die Beckenlandschaften des iranischen Hochlands – Einblicke in die Umwelt- geschichte einer Schlüsselregion des Weltklimas.....	175
MÜLLER, JAN MARCO Wissenschaftsdiplomatie: Eine Domäne für die Geographie? .....	183
ENGBRING-ROMANG, UDO Der spätantike Klimawandel und das Ende des Weströmischen Reichs .....	189
GRIGUŠOVÁ, PAULINA & MICHAEL RINN Eiswelten im Westen Kanadas aus glazialhydrologischer und alpinistischer Sicht ..	197
CHRISTIANSEN, THOMAS Namibia zwischen gestern und morgen: Ein Land sucht seinen Weg .....	207

PLETSCH, ALFRED	
Von <i>Wikinger</i> bis <i>WiFi</i> – Historisch-geographische Spurensuche in Neufundland .....	217

**Aktuelle Mitteilungen aus dem Fachbereich Geographie ..... 227**

**Mitteilungen der Arbeitsgruppen in alphabetischer Anordnung ..... 227**

Arbeitsgruppe Prof. Dr. MAAIKE BADER (Biogeographie – Ökologische Pflanzengeographie) .....	227
--	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. SÖREN BECKER (Nachhaltige Transformationsforschung) .....	228
--	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. JÖRG BENDIX (Klimageographie & Umweltmodellierung) .....	229
---	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. Dr. THOMAS BRENNER (Wirtschaftsgeographie & Standortforschung).....	230
--	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. PETER CHIFFLARD (Bodengeographie & Hydrogeographie) .....	231
--	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. MARKUS HASSLER (Regionalforschung & Regionalpolitik) .....	231
---	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. THOMAS NAUSS / Dr. DIRK ZEUSS (Umweltinformatik).....	232
--	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. CARINA PETER (Geographiedidaktik) .....	233
--	-----

Arbeitsgruppe Prof. Dr. SIMONE STRAMBACH (Geographie der Dienstleistungen, Kommunikation & Innovation).....	234
--	-----

**Weitere Mitteilungen von Wissenschaftlichen Mitarbeitern ..... 235**

Dr. ANSGAR DORENKAMP (Lehrkraft für besondere Aufgaben) .....	235
---	-----

apl. Prof. Dr. STEFAN HARNISCHMACHER (Geomorphologie) .....	235
---	-----

Prof. i. R. Dr. GEORG MIEHE (Biogeographie – Vergleichende Hochgebirgsforschung) ..	235
---	-----

Dr. SEBASTIAN MÜLLER (Leiter des Mineralogischen Museums) .....	236
---	-----

Prof. i. R. Dr. CHRISTIAN OPP (Bodengeographie & Hydrogeographie) .....	236
---	-----

**Im Berichtsjahr 2023 abgeschlossene Examina..... 237**

Promotionen, S. 237; Master-Abschlüsse, S. 237; Bachelor-Abschlüsse, S. 239; Staatsexamen für das höhere Lehramt, S. 242

# Allgemeine Beiträge – Themenschwerpunkt Kleinwalsertal

HARNISCHMACHER, STEFAN

## Zur Geomorphologie des Kleinwalsertals<sup>1</sup>

### Geologisch-tektonische Strukturen im Kleinwalsertal und ihr allgemeiner Einfluss auf die Reliefbildung

Im Kleinwalsertal treffen und überlagern sich mehrere allochthone, also wurzellose Einheiten der Alpen, die ihre Entstehung einer Einengung der Erdkruste als Folge der Kollision der Eurasischen und Adriatisch-Apulischen Platte in der Kreide- und Tertiärzeit zu verdanken haben. Die Sedimentation und Diagenese (Lithogenese) der geologischen Einheiten des Kleinwalsertals erfolgte jedoch schon deutlich früher in dem mehrere 100 km breiten Meer des Penninischen Ozeans zwischen den beiden Platten (Abb. 1). In dem etwa 230 Mio. Jahre umfassenden Zeitraum zwischen dem ausgehenden Paläozoikum und dem Beginn des Känozoikums bildeten sich, je nach Ablagerungsbedingung, in dem durch zahlreiche Becken und Schwellen gegliederten Meer von Nord nach Süd Gesteine unterschiedlicher Gestalt. Bei den Baueinheiten des sog. Helvetikums handelt es sich um z. T. fossilarme Kalke und Mergel, die am

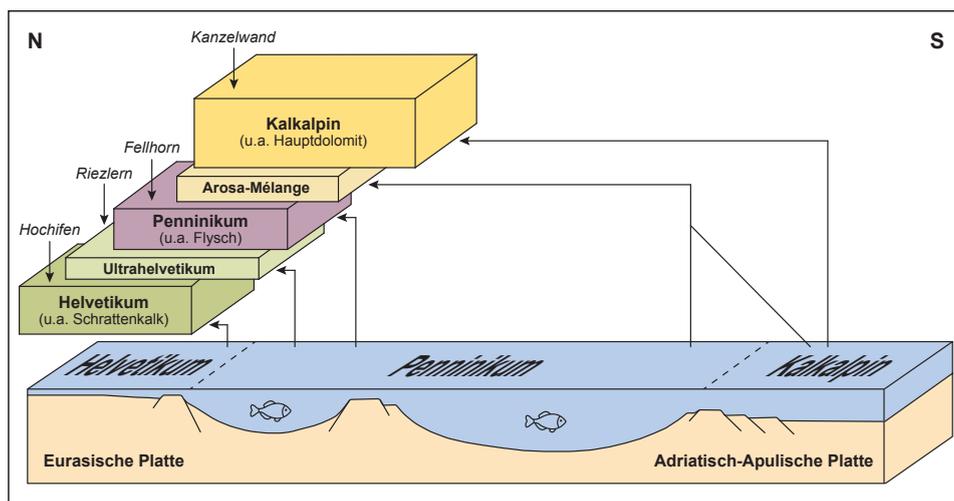


Abb. 1: Stark vereinfachtes Blockbild zu den Ablagerungsbereichen in der Unterkreide (unten) und heutige Lagerungsverhältnisse in den Allgäuer Alpen (oben) (Quelle: nach einer Schautafel des Geologischen Lehrpfads Riezlern)

<sup>1</sup> Hinweis: Bei dem Text dieses Beitrags handelt es sich im Wesentlichen um eine Zusammenstellung ausgewählter Passagen aus VÖLK (2001) zur Geomorphologie des Kleinwalsertals und seiner Gebirgsumrahmung, die vereinzelt ergänzt oder umformuliert wurden, häufig jedoch wörtlich wiedergegeben sind. Auf eine entsprechende Kennzeichnung wurde aus Gründen der besseren Lesbarkeit verzichtet.

Nordrand des Penninischen Ozeans im Flachwasserbereich des Kontinentalschelfs der Eurasischen Kruste zur Ablagerung kamen. Zu ihnen gehört die Schrattekalk-Formation des Hochiften-Massivs. Südlich davon schließt sich das Ultrahelvetikum an, das wohl ursprünglich zwischen dem Schelf der Eurasischen Kruste und der südlich anschließenden Tiefsee des Penninischen Ozeans entstand.

Mit dem Rhenodanubischen Flysch schließt sich eine Decke an, die ihren Ursprung in einem langgestreckten Tiefseetrog, vermutlich im nördlichen Teil des Penninischen Ozeans hat und heute im Südosten des Kleinwalsertals auftritt. Als Flysch werden im Alpenraum schiefrig-tonige Gesteine bezeichnet, die während der Gebirgsbildung von über den Meeresspiegel herausgehobenen Schwellenzonen in schmale Tröge verfrachtet worden sind. Ihr Transport erfolgte in submarinen Trübeströmen, sog. Turbiditen, die heute durch eine Wechsellagerung fossilarmer Sandsteine, Mergel, Tonsteine und Kalke gekennzeichnet sind. Die südlich angrenzende, schmale Zone der Arosa-Mélange zeichnet sich durch ein chaotisches Gemisch von Gesteinen unterschiedlicher Herkunft aus, die neben abgescherter ozeanischer Kruste Bestandteile des Schelfs der Adriatisch-Apulischen Platte und der nördlich angrenzenden Tiefseeräume enthält. Den südöstlichen Rahmen des Kleinwalsertals bildet eine Decke fossilreicher Kalke, Dolomite und Mergel des sog. Kalk- oder Ostalpins, die ursprünglich auf dem durch Schwellen und Becken gegliederten Schelf der Adriatisch-Apulischen Platte am Südrand des Penninischen Ozeans abgelagert wurde. Das Alter der Ablagerungen ist unterschiedlich. Die Sedimentation des Kalkalpins begann mehr als 100 Mio. Jahre früher als die der Flysche. Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass die Gesteine von Nord nach Süd immer älter werden.

Nach Einengung der Neotethys und des Penninischen Ozeans seit der Kreidezeit begann als Folge der Kollision der Eurasischen mit der Adriatisch-Apulischen Platte zu Beginn des Tertiärs die Tektogenese. Gesteine der beiden Kontinentalränder und der ehemals dazwischenliegenden Bereiche des Penninischen Ozeans (sog. Penninikum) wurden gefaltet und als Decken weit nach Norden übereinander geschoben. Als Folge dieser Überschiebungen nahmen in der anschließenden Phase der Morphogenese im Pliozän und Pleistozän die Gesteine des ehemals am weitesten südlich gelegenen Ablagerungsraums (Kalkalpin) heute die höchste Position in dem entstandenen Deckenbau ein und führten zur Entstehung der Hochgebirgskette der Alpen. Die im Zuge der tektonischen Einengungsprozesse erfolgte Überschiebung paläogeographisch südlich beheimateter Krustenabschnitte auf nördlich gelegene hatte dort, wo es die Gebirgsmechanik zuließ, auch eine Auffaltung zur Folge. Beispielhaft seien diesbezüglich die großräumigen Muldenstrukturen des Kalkalpins oder die nordvergente Faltenzüge des Helvetikums mit dem Ifen-Gottesacker-Sattel als bekannte Vertreter genannt.

Der Relieferhöhung als Folge endogener Prozesse standen von nun an exogene Erosionsprozesse entgegen, die v. a. im Pleistozän durch die abtragende Wirkung der Gletscher und Schmelzwässer besonders wirksam waren und die bis heute ihre Spu-

ren als Akkumulations- und Abtragungsformen hinterlassen haben. In der aktuellen Warmzeit des Holozäns wird das Relief des Kleinwalsertals, deutlich weniger intensiv als zuvor, lediglich von gravitativen Massenbewegungen, fluvialen Prozessen und der Lösung von Kalkstein verändert.

Der folgenden Darstellung des Reliefs im Kleinwalsertal liegt eine Unterscheidung nach Struktur- und Skulpturformen zugrunde, wie sie in der Geomorphologie häufig angewandt wird, wenn die Dominanz gesteins- oder gesteinsstrukturbedingter Reliefformen einerseits bzw. klimagesteuerter Reliefformen andererseits zum Ausdruck gebracht werden soll. Als Strukturformen im engeren Sinne gelten Reliefformen von Festgesteinen, die durch das vorgegebene Gefüge von Schicht- und Klufflächen bedingt sind. Klufflächen entstehen in mechanisch harten oder starren Gesteinen wie Kalken, Dolomiten oder Sandsteinen, die bei tektonischer Beanspruchung spröde reagieren und als kompetent gelten. Typische Strukturformen dieser Art sind glatte Felswände, Felsabbrüche oder geneigte bis gebogene Schichtebenen aus glattem Felsgestein, die flächig ausstreichen. Beispiele hierfür finden sich im Schrattekalk des Helvetikums und im Dolomitgestein des Kalkalpins. Strukturformen im weiteren Sinne sind Härtlings- und Weichformen der Festgesteine, die durch bedeutende Resistenzunterschiede gegenüber der Verwitterung und Abtragung bedingt sind.

Typische Härtlingsformen sind schroffe Gipfelpyramiden, Felsplateaus, Felskämme und felsige Hangleisten, die ihre Entstehung einer erhöhten mechanischen Widerständigkeit, vor allem aber einer erhöhten Klüftigkeit sowie Porosität und damit Durchlässigkeit für Niederschlagswasser, folglich geringem Oberflächenabfluss und schwacher Erodierbarkeit zu verdanken haben. Es sind v. a. die starren, kompetenten Kalk-, Sand-, Dolomit- und Hornsteine, die im Kleinwalsertal als Härtlinge in Erscheinung treten und vergesellschaftet mit Strukturformen im engeren Sinne das Relief prägen. Beispielhaft seien hier der Hochifen und der Widderstein genannt.

Weichformen zeichnen sich durch ein weichgezeichnetes Relief wie etwa breite Kuppen und Rücken oder als Hohlformen Mulden, Pässe und Joche zwischen widerständigen und schroffen Gipfeln aus. Als Gesteine treten Ton- und Schluffsteine, Mergel und Schiefer sowie tonige Sandsteine und dünnbankige Kalk-Mergel-Wechselagerungen auf. Sie zeichnen sich zum einen durch eine geringe mechanische Widerständigkeit und damit durch tektonische Inkompetenz und plastische Verformung ohne Bruchbildung aus, zum zweiten durch geringe Durchlässigkeit für Niederschlagswasser, die wiederum einen starken Oberflächenabfluss und hohe Erodierbarkeit bedingt. Beispiele für Weichformen im Kleinwalsertal sind die sanft geformten Bergrücken des Schlappolt- und Söllerkopfs sowie des Gundkopfs und der Gehrenspitze aus Gesteinen des Rhenodanubischen Flyschs. Skulpturformen sind klimabedingt und lassen eine klimagenetische Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte zu. Strukturelle oder petrographische Voraussetzungen spielen hier keine besondere Rolle, können aber die Ausprägung als Skulpturform beeinflussen.

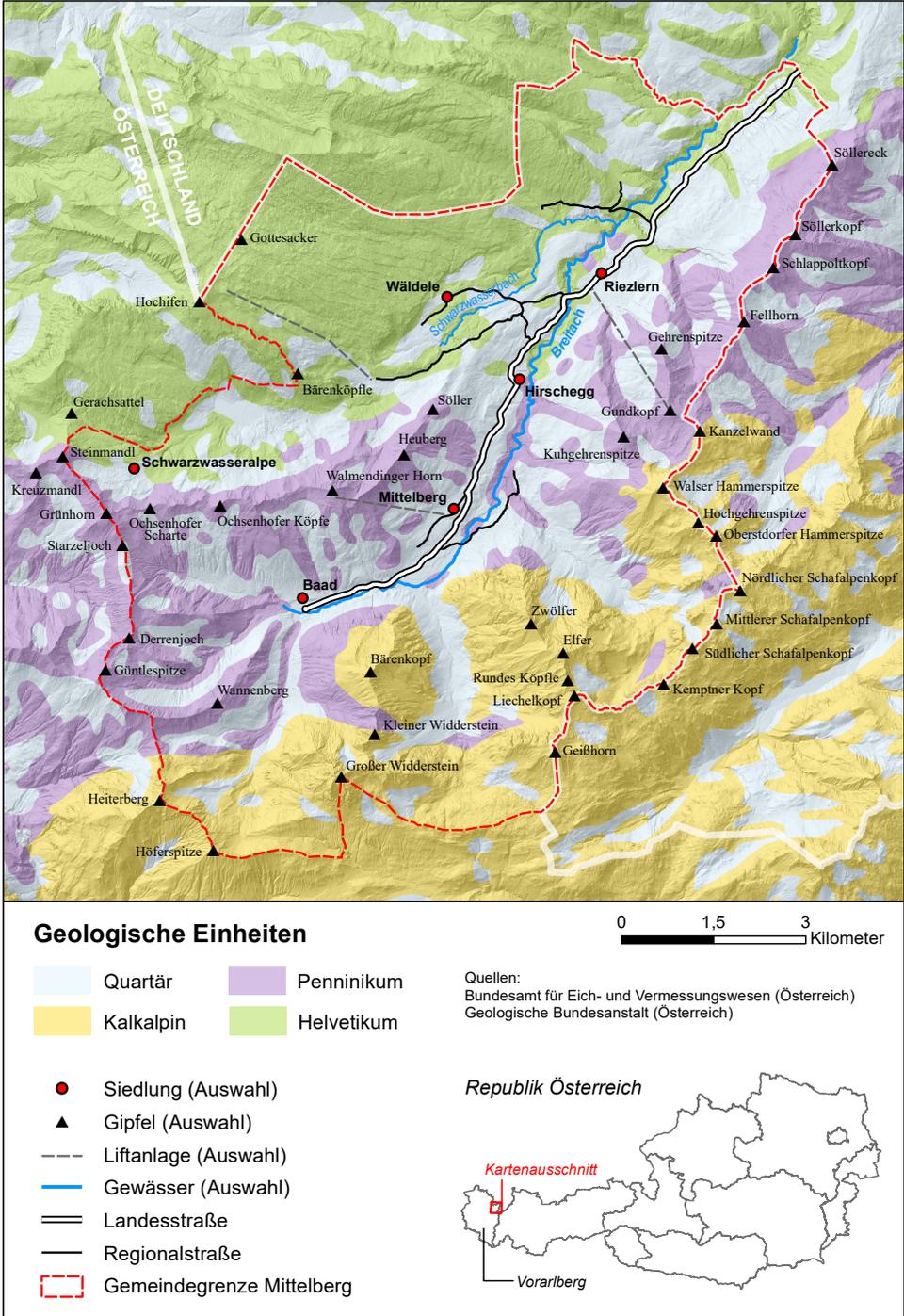


Abb. 2: Stark vereinfachte geologische Karte des Kleinwalsertals (Kartographie: S. Harnischmacher)

## Struktur- und Weichformen im Kleinwalsertal

Die Gebirgsketten des Helvetikums bilden die nördliche Umrahmung des Kleinwalsertals (Abb. 2) und bestehen aus gebankten Kalksteinen, Kieselkalken, Sandsteinen und Mergeln aus der Kreide- und Tertiärzeit. Geomorphologisch bedeutend ist der Schrattenkalk, zum einen wegen seiner Karstformen, zum anderen aufgrund der schroffen Abbrüche der oberen und unteren Gottesackerwände sowie rund um die Hochifen-Schichtplatte. Nahezu alle Wände entstanden durch intensive Längs- und Querklüftung in Nordwest-Südost- bzw. Südwest-Nordost-Richtung.

Der Hochifen bildet die höchste Erhebung einer gewölbten Kalksteinplatte am Südflügel einer tektonischen Sattelstruktur aus Schrattenkalk, der trotz seiner geringen Mächtigkeit von nur 50–150 m innerhalb des mesozoischen Helvetikums (ca. 1000 m) und stratigraphisch tiefen Position einen wichtigen Gipfelbildner am Nordrand des Kleinwalsertals darstellt. Während alle stratigraphisch höheren Schichtglieder der Abtragung zum Opfer gefallen sind, fungiert der Schrattenkalk als Härting und wurde nach der strukturellen Aufwölbung des Ifengebirges (Hochifen und Gottesackerplateau) herauspräpariert. Das Ifengebirge stellt ein tektonisches Fenster dar, da es im Deckenstapel zuunterst liegt und erst nach der Abtragung der tektonischen Überdeckung sichtbar wurde. Die höheren helvetischen Schichtserien sowie alle höheren Deckeneinheiten wie das Ultrahelvetikum und die Flyschdecken, möglicherweise sogar das Kalkalpin (Ostalpin) sind verlorengegangen. Kleinräumig weist der starre Kalksteinkörper des Schrattenkalks entlang der zahlreichen Sattelachsen intensive Zerrspalten auf, die sich als tiefe morphologische Furchen bemerkbar machen, so etwa entlang der Ifenmulde.

Die Gesteine des Ultrahelvetikums machen sich als Strukturform am Hangfuß des die Breitach begleitenden Gebirgszugs südöstlich von Hirscheegg und Riezlern bemerkbar, wo sie aufgrund ihrer relativen Abtragungsresistenz über eine Länge von wenigen 100 m eine deutliche Hangstufe ausbilden, am deutlichsten erkennbar in der Umgebung der Mittelalpe am Fuß des Schlappoltkopfs.

Das Relief der Flyschberge bildet mit der Bergkette Gundkopf (1961 m), Fellhorn (2039 m), Schlappoltkopf (1969 m), Söllerkopf (1925 m) und Söllereck (1706 m) östlich von Hirscheegg und Riezlern den nordöstlichen Rahmen des Kleinwalsertals (Abb. 3). Westlich der Orte Hirscheegg und Mittelberg setzt sich mit dem Gebirgsrücken Heuberg (1797 m), Walmendinger Horn (1990 m), Ochsenhofer Köpfe (1950 m) und Grünhorn (2039 m) die Kette der Flyschberge fort. Alle Flyschformationen zeichnen sich durch sanfte, relativ niedrige (meist unter 2000 m NN) und begrünte Bergformen aus, die auf den hohen Anteil toniger, schluffiger und feinsandiger Gesteine sowie engständige Wechsellagerungen von dünnplattigen Kalken und Tonsteinen zurückzuführen sind. Ihre relativ geringe Durchlässigkeit fördert den Oberflächenabfluss von Regen und Schneeschmelzwasser, so dass sie gegenüber der Erosion und Denudation durch fluviale Prozesse sehr anfällig sind.



**Abb. 3: Blick nach Nordosten vom Fellhorn auf den Schlappoltkopf** (Foto: © M. Bader)

Die Formationen des Kalkalpins prägen mit der Gipfelreihe Widderstein (2533 m), Liechelkopf (2384 m), Schafalpenköpfe (2272–2320 m) und Kanzelwand (2059 m) den Süd- bis Südost-Rahmen des Kleinwalsertals. Das aus Dolomitgesteinen der oberen kalkalpinen Trias (sog. Hauptdolomit) bestehende Hochrelief mit seinen wuchtigen, grobklotzig wirkenden Kamm- und Gipfelformen verdankt seinen Ursprung der Position des Kalkalpins im höchsten Stockwerk des tektonischen Deckenbaus, so dass auch orographisch die größten Höhen erreicht werden, z. B. im Widderstein mit 2533 m NN (Abb. 4). Darüber hinaus neigt das mechanisch spröde Gestein des mächtigen Hauptdolomits bei Raumverkürzung während der Tektogenese weniger zur Faltung als vielmehr zur Verschuppung, wie an der Grobklotzigkeit im Massiv des Großen Widdersteins erkennbar ist. Schließlich trägt die starke Zerklüftung des Dolomitgesteins zum Reliefcharakter bei, da die hohe Durchlässigkeit einen mangelnden Oberflächenabfluss, Gewässerarmut und eine sehr geringe Taldichte zur Folge hat. Die lithologisch und tektonisch verursachte, bruchhafte Struktur des Dolomitgesteins sorgt für die Bereitstellung enormer Massen an Gesteinsschutt, die sich am Fuß der Bergmassive als auffällige Sturzhalden und Moränen zeigen. Die wenigen inkompetenten, geomorphologisch weichen Gesteine in den kalkalpinen Schichtenfolgen sind für die Hohlformen verantwortlich, z. B. Sättel und Jochformen zwischen dem Hochrelief.



**Abb. 4:** Der Große Widderstein mit der typischen grobklotzigen Form des Kalkalpins  
(Foto: © R. Gähler)

## **Skulpturformen im Kleinwalsertal**

### ***Glaziale Formen***

Das Kleinwalsertal war im Pleistozän mit Ausnahme der letzten Eiszeit (Würm) Teil eines Eistromnetzes, das den Alpenraum mindestens sechsmal überzog und aus vergletscherten, durch Transfluenzspässe verbundenen Alpentälern bestand. Einzelne Grate und Gipfel ragten als Nunatakker aus der Gletscheroberfläche heraus und sind noch heute durch ihre rauen, kantig-schroffen Felspartien erkennbar, besonders gut erhalten in den kompetenten, harten Kalksteinen und Dolomiten der Nunatakker-Gipfelkette am Südostrand des Kleinwalsertals zwischen Widderstein und Kanzelwand. Schwieriger als Nunatakker zu identifizieren ist die Flyschkette zwischen Fellhorn und Söllerkopf, da hier erhaltungsfähige Felsbildner fehlen.

Nordwärts des Söllerkopfs (1925 m) versank die südöstliche Wasserscheide des Kleinwalsertals mit Söllereck (1706 m) und Sattelkopf (1422 m) stufenweise unter das Gletschereis und bildete einen eisüberflossenen und deshalb geglätteten Konfluenzsporn zwischen dem Breitach- und dem Stillachgletscher-Eisstrom (VÖLK 1996). Der Kammverlauf ab Söllerkopf zeigt nach Norden mehrere fast horizontal verlaufende Abschnitte von Bergrücken, die durch Stufen getrennt sind, z. B. am Söllereck. VÖLK (2001)

deutet sie als Konfluenzsporn-Verebnungen der sich vereinigen Eiströme und ordnet den Abschnitt zwischen Schlappoltkopf und Schlappolteck (1968–1937 m) der drittletzten (Mindel), den zwischen Schlappolteck und Söllereck (1760–1706 m) der vorletzten (Riß) und den niedrigsten, nördlichen Abschnitt zwischen Sattelkopf (1422 m), Söller-Wirtshaus (1380 m) und Söllereckbahn-Bergstation (1350 m) der letzten Großvergletscherung (Würm) zu. Ein weiterer Konfluenzsporn tritt, weniger auffällig, in den Flyschformationen zwischen Breitach- und Schwarzwasserbachtal südwestlich Hirschegg auf. Er beginnt am Nordostende des Walmendinger Horns bei etwa 1850 m und endet bei ca. 1250 m westlich Hirschegg. Die beiden genannten Beispiele zeigen, dass die Talgletscher ihre Eisscheiden offensichtlich dort besonders gut glätteten, wo die Spornlagen am Zusammenfluss von Gletschern überströmt wurden und zudem die inkompetenten, weichen Gesteine der Flyschformationen anstehen. Die jüngeren Konfluenzsporne der Würmeiszeit liegen unterhalb von 1500 m NN und sind, im Gegensatz zu den älteren, breiter und rundlicher im Querschnitt.

Als Transfluenzpässe bezeichnet man die konkav geformten Einsattelungen zwischen den Nunatakkern, wo das Gletschereis quer zur Eisscheide von einem Talsystem zum anderen überströmte und häufig die geologisch-strukturellen Schwachstellen nutzte. Die Höhe der Pässe kann daher als Mindesthöhe der alpenauswärts gerichteten Eiströme betrachtet werden. Aufgrund wesentlich größerer Eismächtigkeiten während



Abb. 5: Gerachsattel am oberen Ende des Schwarzwassertals (Foto: © M. Bader)

der dritt- und vorletzten Vereisung, der Mindel- bzw. Risseiszeit, wurden die älteren Pässe in der jüngsten Würmeiszeit nicht mehr überströmt und unterlagen einer periglazialen oder glazigenen Überprägung. Dies macht sich heute in einer relativ schmalen Passoberfläche und steilen Felswänden darunter bemerkbar. VÖLK (2001) bezeichnet sie als Alttransfluenzen und erkennt eine Verbreitung in Höhen oberhalb 1700–1800 m NN. In der Würmeiszeit verblieb das Kleinwalsertal in seiner Vergletscherung weitestgehend isoliert. Einzig der Gerachsattel am westlichen Ende des Schwarzwasserbachtals könnte aufgrund seiner geringen Höhe von 1752 m NN und vergleichsweise guten Erhaltung im Hochglazial der Würmeiszeit kurzzeitig überflossen worden sein (Abb. 5). Nahezu alle anderen Pässe in der Umrahmung des Kleinwalsertals befinden sich oberhalb 1800 m NN und müssen als Alttransfluenzen interpretiert werden.

Typische Trogtäler mit einem charakteristischen U-förmigen Querschnitt als Zeugen einer glazialerosiven Überprägung präglazialer Kerbtäler sind im Kleinwalsertal mit Ausnahme des vorderen Haupttalbereichs südwestlich der Walserschanz bestenfalls als umgewandelte Reliktformen erhalten. Lehrbuchhafte Trogtalformen fehlen, da viele Täler parallel zu den geologisch-tektonischen Deckengrenzen verlaufen und somit eine strukturell bedingte Talasymmetrie zeigen. Zusätzlich weisen das Haupttal der Breitach und die ehemals eindeutig vergletscherten Seitentäler wie etwa das Schwarzwassertal zahlreiche Varianten eines breit ausladenden Talquerschnitts auf, die durch eine postglaziale Verschüttung der Trogtalböden oder Rundhöcker auf dem Talboden bedingt sind. Solche glazial überschliffenen Felsbuckel dienen im Haupttal häufig als Standorte von Kirchen, etwa in Baad oder Mittelberg. Untere Partien der Felshänge sind häufig durch späteiszeitliches und holozänes Lockermaterial wie Moränenwälle, Frostschutthalden oder Murkegel bedeckt, die stellenweise kerbtalähnliche Querschnitte aufweisen.

In den Kesseln der Kare wurde während der Eiszeiten ganzjährig Schnee akkumuliert und über verschiedene Stadien der Firnbildung zu dichtem Gletschereis umgewandelt, das in Bewegung geriet und die heute so charakteristischen Hohlformen in Gebirgshängen, mit steilen Rück- und Seitenwänden, flachem Karboden und einer oft aus Schuttmaterial oder festem Fels aufgebauten Karschwelle, hinterlassen hat. Insgesamt 24 deutlich ausgebildete und variabel gestaltete Kare zählt der Gebirgsrahmen des Kleinwalsertals, mit den meisten und größten im Hauptdolomit (Kalkalpin) des Südrahmens, überwiegend in Höhen von 1700 bis 1850 m. Die auffällige Häufung in diesem Bereich hat orographische Gründe (Höhenlage bis 2500 m NN), aber auch die Exposition quer zur Hauptwindrichtung der Stauniederschläge aus dem Nordwesten mag die Karbildung im Pleistozän begünstigt haben. Die Karwände im spröden Hauptdolomit wirken alles andere als glattgeschliffen, da die Felswände während der Vereisungsphasen durch glazigene Detraktion aufgeraut und bis zum Spätglazial durch periglaziale Frostverwitterung von Schutt nahezu begraben wurden.

Ein Berg mit scharfkantiger und mehr oder weniger pyramidenförmiger Gestalt, der durch die zwei- oder mehrseitige Anlage von Karen und deren Kargletscher an

seinen Hängen entstanden ist, wird im Allgemeinen als Karling bezeichnet. Auch die harmonisch geschwungenen Grate dazwischen sind das morphologische Ergebnis der von allen Seiten und in hoher Besatzdichte angreifenden Karwand-Erosion. Die meisten Gipfel der Hochgebirgskette am Süd- und Südostrand des Kleinwalsertals sind als Karlinge anzusprechen. Im Gebiet des Kalkalpins zählen die Hammerspitze, die Gipfelgruppe Zwölfer-, Elfer- und Liechelkopf, der Große Widderstein und der Heiterberg hierzu, im Gebiet der Flyschberge sind es das Walmendinger Horn und die Güntlespitze.

Von morphologischer Bedeutung sind die zahlreichen Moränenwälle des Kleinwalsertals mit kleinen bis mittleren Höhen von maximal 10 m, die stationäre Eisrandlagen der Talgletscher mit Phasen eines ausgeglichenen Massenhaushalts bezeugen. Alle Wallformen stammen aus dem Hoch- und Spätglazial der Würmeiszeit, ältere Moränenwälle sind nicht erhalten. Während Endmoränenwälle in den Tallagen kaum bekannt sind, treten zahlreiche langgestreckte bis schwach gekrümmte Seitenmoränenwälle auf, besonders zahlreich zu beiden Seiten des nach Norden auslaufenden Konfluenzsporns Walmendinger Horn-Söllerkamm westlich und nordwestlich von Hirschegg. Hier hat die Konfluenz von Breitach- und Schwarzwassergletscher bei sukzessiv abnehmender Gletscherhöhe die Entstehung mehrerer Generationen spätglazialer Moränenstände gefördert. Weitere Moränenwälle finden sich nordöstlich von Riezlern zu Füßen des Flyschkamms sowie in den Hochlagen der Karmulden.

Bergsturz-Moränen entstehen, wenn Gesteinsschutt aus eisfreien Kar- oder Trogtalwänden oberhalb des Gletschers auf das Eis stürzt und nach Abtauen des Eises die heutige Geländeoberfläche als unregelmäßiges Geröllfeld bedeckt. Das bekannteste Beispiel ist diesbezüglich die Bergsturz-Moräne Melköde im oberen Schwarzwassertal, wo sich im Spätglazial ca. 1 Mio. m<sup>3</sup> Schrattenkalk von der Südflanke des Hochiften-Massivs löste, auf den Schwarzwassergletscher stürzte und ihn über 1,2 km Länge und 600 m Breite überdeckte. Nach Abtauen des Schwarzwassergletschers blockierten diese Bergsturzmassen den Abfluss im Schwarzwassertal und trugen somit zur Ablagerung limnofluviatiler Stausedimente bei, die heute ein Großteil der Bergsturzmasse begraben und die Talebene der Melköde ausbilden. Die heute noch erkennbaren Sturzmassen bilden stellenweise ein zu Moränenwällen umgeformtes Geröllfeld, das sich besonders an der Südostflanke des Hochiften-Massivs entlang dreier Hangstufen beobachten lässt und als möglicher Beleg für eine endgültige Ablagerung der Bergsturzmassen in Gestalt von Seitenmoränen des Schwarzwassergletschers dient.

### ***Glazifluviale Formen***

Nach VÖLK (2001) sind eisrandparallele Abflüsse an Talgletschern in der Lage, erosive Rinnen oder Hangleisten in die Talflanken zu schneiden, ohne dabei glazifluviale Sedimente wie Schotter oder Sande zu hinterlassen. Solche erosiven Eisrandterrassen mit Längen und Breiten von max. 75 bzw. 25 m sind im Kleinwalsertal insbesondere in den leicht erodierbaren, inkompetenten Gesteinen von Helvetikum, Rhenodanubi-

schem Flysch und Ultrahelvetikum-Mélange zahlreich vertreten, so etwa im Schwarzwassertal, orographisch rechts unterhalb des Bergkammes Ochsenhofer Köpfe – Walmendinger Horn, im Breitachtal, orographisch links unterhalb des Walmendinger Horns, sowie im Breitachtal, orographisch rechts unterhalb von Hammer- und Kuhgehrenspitze.

Auf der orographisch rechten Talflanke der Breitach fallen nordöstlich von Riezlern hoch über dem heutigen Flussbett zwischen dem Tal des Zwerenbachs und der Staatsgrenze im Norden unterhalb des Flyschkamms Fellhorn-Söllereck zahlreiche terrassenähnliche reliktsche, heute unterschrittene Schwemmfächer auf. Sie entstanden, als eiszeitlich Seitenbäche auf den Breitachgletscher entwässerten und am Eisrand Schwemmfächersedimente ablagerten. Vergleichbare Formen begleiten das obere Breitachtal und das Schwarzwassertal z. B. im Bereich des Mahdtalhauses.

Rinnenartige Erosionsformen als Folge des Abflusses von Schmelzwasser sind im Kleinwalsertal als Überlaufrinnen quer zur heutigen Wasserscheide bzw. einstigen Eisscheide bekannt. So quert z. B. eine Trockentalfurche zwischen dem Schwarzwasser- und dem Breitachtal den Söllersporn südwestlich von Riezlern auf 1260 m Höhe und wird als zeitweiliger Überlauf zwischen einem ehemaligen Schwarzwasser-Eisstausee ins Breitachgletschertal gedeutet.

Glazifluviale Sedimente, die in der Abschmelzphase auf stagnierendem Eis oder Toteis zur Ablagerung kommen, hinterlassen nach Abtauen des Eises unregelmäßige, kleinhügelige Landschaftsformen von 2 bis 4 m Höhe, die auch als Kames bezeichnet werden und im Gegensatz zu Moränen aus mehr oder weniger zugerundeten, schwach sortierten Schottern, oft mit Sackungsstrukturen, bestehen. Solche Zeugen des Eiszerfalls treten rechts der Breitach bei Zwerwald, südlich von Riezlern und links des Schwarzwasserbachs östlich Oberwald und Unterwald auf.

### ***Periglazialformen***

Periglazialformen entstehen dort, wo häufige Frostwechsel und fehlende Vegetationsbedeckung eine intensive physikalische Verwitterung des Locker- und Festgesteins verursachen, so v. a. im Hochgebirge oberhalb der mit geschlossener Vegetation bedeckten Landschaft bis hinauf in die Gipfelregionen mit einem Hauptverbreitungsgebiet in der subnivalen und nivalen Stufe. Die Periglazialformen des Kleinwalsertals sind überwiegend Vorzeit- oder Reliktformen, mit Ausnahme der Frostschutthalden in den Hochregionen der nordexponierten Dolomitketten zwischen Widderstein und Elferkopf.

Frostschutthalden mit Neigungen von 25–35° fallen besonders am Fuß der steilen Felswände, und hier insbesondere unterhalb der Karrückwände auf. Sie bestehen aus scharfkantigen Gesteinsbruchstücken bis zur Blockgröße, die als Folge der Frostsprengung an Graten und Felswänden entstanden sind. Frostschutthalden können den glazial geschaffenen Trogtalquerschnitt nach dem Abtauen der Gletscher stark verändern und zu kerbtalähnlichen Formen beitragen. Insbesondere im Spätglazial der Würm-

eiszeit, als alle Kare des Kleinwalsertals eisfrei und die Schuttmassen nicht mehr abtransportiert wurden, vermochten die Frostschuttmassen die Karwannen weitgehend bis vollständig auszufüllen. Rezente Sturzhalden treten an Felswänden der subnivalen Höhenzone ab etwa 2100 m aufwärts, insbesondere an nord- bis nordostexponierten Karwänden auf. Auffallend schuttreich sind z. B. die Kare um Elferkopf, Kemptener- und Liechelkopf, Schafalpenköpfe, Geißhorn, Hochifen sowie Großem und Kleinem Widderstein. Kare und Steilwände mit begrünten Sturzhalden unterhalb 2100 m NN gelten als vorzeitlich und wurden noch im Spätglazial der Würmeiszeit mit Schutt versorgt, während heute Formungsruhe herrscht.

Neben den Sturzhalden der Dolomittfelsenwände gelten nivofluviale Spülrinnen und Murkegel als auffälligste Reliefelemente im jüngsten Würm-Spätglazial. Insbesondere in den Hangflanken der Flysch-, Ultrahelvetikum- und Helvetikum-Gebiete des Kleinwalsertals sind auf leicht erodierbaren, wenig durchlässigen Gesteinen zahlreiche, meist parallel verlaufende Trockenrinnen erkennbar, die am Oberhang einsetzen und auf vorzeitliche Murkegel des mittleren bis unteren Hangbereichs zulaufen. Schmelzwässer aus perennierenden Firndecken am Oberhang verlegten auf diese Weise diesen zurück und bauten gleichzeitig den Mittel- bis Unterhang vor, so dass als Folge dieser nivofluvialen Prozesse, ähnlich wie bei den Frostschutthalden, eine periglaziale Abschrägung der ursprünglich konkaven Trogtalhänge einsetzte, die stellenweise – deutlich abgeschwächt – bis heute anhält.

Eine entsprechende, beispielhaft ausgeprägte Hangformung weisen die nordwestexponierten Talflanken unterhalb des Fellhorn-Söllereck-Kamms sowie die nordexponierte Südflanke des oberen Schwarzwassertals auf, wo rezente, episodisch aktive Spülrinnen und Murgänge mit vorzeitlich periglazialen Analogformen vergesellschaftet sind. Besonders auffällig ist ein polygenetischer Murkegelkomplex am südwestexponierten Hang zwischen dem Talboden des Wildentalbachs und der Kammlinie Hammer-/Hochgehrenspitze, der wohl bereits unter periglazialen Bedingungen im Würm-Spätglazial aufgeschüttet wurde, aber nicht ganz bis zum Wildentalboden reichte, da noch ein spätglazialer Gletscherrest das Tal ausfüllte. Nachfolgend zerschnitten jüngere Murgänge den spätglazialen Murkegelkomplex und verschütteten den Talraum gemeinsam mit Murzungen und -kegeln des gegenüberliegenden Elfer- und Zwölfer-Kars.

### **Karstformen**

Wasserlösliche Gesteine des Kalkalpins (Hauptdolomit) und im Schrattekalk des Helvetikums haben ein charakteristisches Karstrelief hinterlassen. Zu den berühmten Karstformen des Gottesackerplateaus nordöstlich des Hochifen gehören die zahlreichen Karren mit Tiefen von wenigen Millimetern bis zu mehreren Metern (Abb. 6). Oberflächlich entstandene Rillen- und Rinnenkarren können von den tiefer hinabreichenden Kluftkarren unterschieden werden, die an tektonisch bedingte Klüfte und Störungen angelehnt sind und das Gottesackerplateau in einem regelmäßigen Netz-



**Abb. 6: Karrenfeld auf dem Gottesackerplateau (Foto: © M. Bader)**

werk überziehen. Durch Korrosion klamm- bis schluchtartig erweiterte, viele Meter tiefe und einige Meter breite Kluftkarren werden als Karstgassen bezeichnet. Im Hauptdolomit des Kalkalpins treten die Karren gegenüber dem helvetischen Schrattekalk stark zurück. Karstschlote, natürlichen Schächten vergleichbar, bilden sich auf dem Gottesackerplateau an den Kreuzungspunkten zweier Kluftsysteme, wo Niederschlags- und Schneeschmelzwasser spontan versickert und lösungsbedingt einen trichterförmigen Eingang von einigen Metern Breite schafft.

Zwischen dem Mittellauf des Schwarzwassertals und dem Ifengebirge fällt eine durch längliche Kalksteinkuppen gekammerte, niedrige Grundmoränenlandschaft auf, die sich durch steil ansteigende Felswände des Schrattekalks vom angrenzenden Gebirge absetzt und von VÖLK (2001) als Karstrandebene bezeichnet wird. Sie ist karstkorrosiv entstanden und durch talartige Tiefenlinien, Dolinen, Ponore und Karstquellen gekennzeichnet. Die länglichen, durch niedrige Kalksteinrücken getrennten Hohlformen können als halboffene Poljen angesprochen werden, in denen durch Seitenkorrosion auf wasserundurchlässigen Lösungsrückständen und der wasserstauenden Grundmoräne die Karstrandebene ausgedehnt wird. Das Marburger Haus befindet sich am nördlichen Rand der mittleren von insgesamt drei schlauchartigen Poljen im mittleren Schwarzwassertal. In der nördlichen Polje sind eine Reihe von Dolinen in der Grundmoränendecke zu beobachten, gefolgt von einer per-

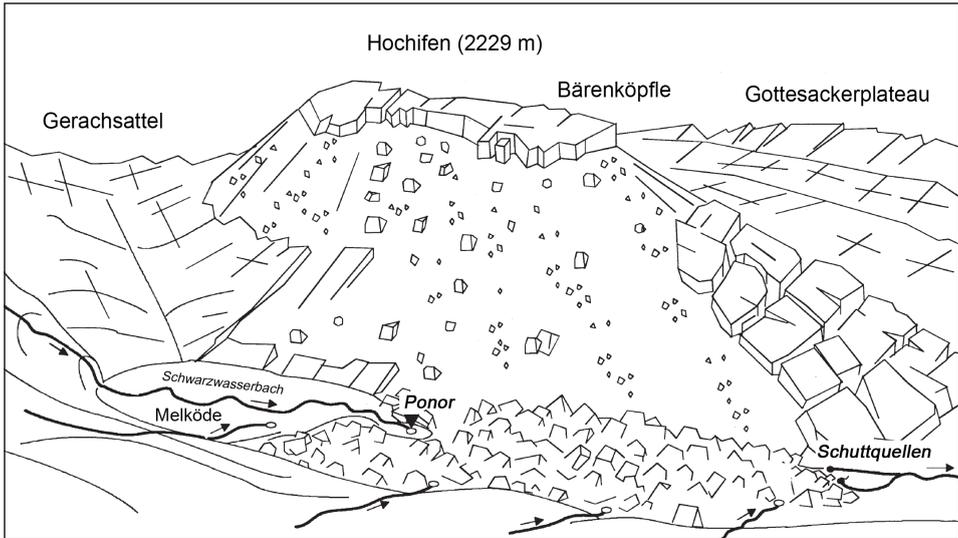
ennierenden Karstquelle an ihrem Ostende, der Kesselschwandquelle, deren hoher Abfluss schon nach kurzer Strecke ein talartiges Gerinnebett geschaffen hat und dem Schwarzwasserbach bei der sog. Naturbrücke zuströmt.

### **Formen gravitativer Massenbewegungen**

Beim Bergsturz Melköde handelt es sich um den Kollaps eines Teils der Schrattenkalk-Schichtplatte am Südschenkel des Hochifen-Sattels, am sog. Bärenköpfe, 1,5 bis 2 km südöstlich des Hochifen-Gipfels (Abb. 7 und 8). Hier löste sich eine ca. 75 m mächtige Kalksteinplatte und glitt auf den unterlagernden, inkompetenten Drusbergmergeln dem Schichteinfallen folgend mit hoher Geschwindigkeit ins Schwarzwassertal. Die Schichtplatte hat sich kurz nach Beginn des Abreißen in zahlreiche Felsfragmente zerteilt und als Blockstrom den Schwarzwassergletscher in damals 1440 m Höhe überfahren, etwa 100 m höher als die Aufschüttungsebene der heutigen Melköde-Tal-füllung. Die Ablagerungen können als Bergsturmoränen gedeutet werden (s. oben), da sie auf beiden Talflanken terrassenähnliche Seitenmoränen hinterlassen haben, die zum Zeitpunkt des Ereignisses auf die Anwesenheit und Bewegung eines Gletschers im Schwarzwassertal hindeuten. Als Ursachen des Bergsturzes gelten die Unterschneidung des Schrattenkalkhangs durch glaziale Erosion des ehemaligen Schwarzwassergletschers, der Verlust des Widerlagers am Hangfuß bei Abtauen des spätglazialen



**Abb. 7: Blick von Südosten auf Hochifen und Gottesackerplateau (Foto: © E. Thoma)**



**Abb. 8: Hochifen und Bergsturzmasse im oberen Schwarzwassertal von Südosten. Der Schwarzwasserbach versinkt am Bergsturziiegel in mehreren Ponoren vollständig und ganzjährig. Am talwärtigen Ende der Bergsturzmasse treten schüttungsstarke Schuttquellen aus.**  
(Quelle: SINREICH et al. 2002, S. 8, verändert)

Schwarzwassergletschers sowie ein langsames Auseinanderdriften und eine Zerrung der Felsplatte auf der weichen Mergelschicht, so dass eine seitliche Abstützung der Hochifen-Schichtplatte am Bärenköpfe entfiel. Auslöser mögen ein positiver Porenwasserdruck auf der Trennfläche zwischen Schratenkalkbasis und undurchlässigem Drusbergmergel sowie eine Aufweichung des Mergels gewesen sein.

Hangrutschungen bilden, neben Muren und Spülrinnen, den Hauptanteil nacheiszeitlicher, flächenhaft wirkender Formungsaktivität an Hängen. Sie machen sich als oberflächennahe, kleine bis mittelgroße Rotationsrutschungen und kleinere Translationsrutschungen bemerkbar. Die größte Rotationsrutschung befindet sich im mittleren Derrental, nahe des Zusammenflusses der beiden Quellbäche, direkt unterhalb des Wannenberg-Gipfels (1829 m), der, wie die gesamte Talflanke, aus Flysch-Sandstein besteht. Kleinere Translationsrutschungen auf hangparallelen Gleitflächen sind v. a. im anstehenden Flyschgestein verbreitet.

Muren sind Schutt- oder Schlammströme hoher Fließgeschwindigkeit, die aus wassergesättigten Gesteinsfragmenten und Feinsedimenten bestehen. Neben hinreichender Schuttansammlung im Oberhang bedarf es episodischer Starkregenniederschläge und/oder großer Mengen an Schneeschmelzwasser sowie ein hohes Gefälle, um ein Murenereignis zu produzieren. All diese Voraussetzungen sind im Kleinwalsertal entlang der meisten Kammlagen gegeben und können die zahlreichen Vorkommen von Murgängen, -kegeln und -zungen erklären. Deutlich erkennbar sind rezente Murgänge und -kegel entlang der Dolomitketten des südlichen Kleinwalsertals. Sie gehen im We-

sentlichen aus der Umlagerung vorzeitlicher Sturzschutthalde n am Fuß der Kammlagen hervor und können dank der typischen hellgrauen Farbe des Dolomitschutts un schwer verfolgt werden. Dolomitschutthalde n bilden ein großes Reservoir beweglichen Lockermaterials, das durch jährlich wiederkehrende, exzessive Starkregenereignisse während der Frühjahrsschneeschnelze spontan als Schuttstrom mobilisiert und zu niedrigeren Murkegeln umgebaut wird, die sich bis in die tieferen Tallagen vorschieben und in Ausnahmefällen Bäche und Flüsse zeitweise zurückstauen können.

Eng vergesellschaftet mit den rinnenartigen Hohlformen der Murbahnen zeigen sich auch Spülrinnen auf den Steilhängen der Talhänge. Besonders zahlreich und oft parallel verlaufend finden sich diese Rinnensysteme entlang der Steilhanglagen im nordöstlichen Kleinwalsertal unterhalb des Fellhorn-Söllereckkamms östlich Riezlern. Die Rinnenspülung ist vor allem in Gebieten der Flysch- und Ultrahelvetikum-Einheiten verbreitet, wo undurchlässige Tonsteine, Tonschiefer und Mürbsandsteine dominieren.

### ***Fluviale Formen***

In der Nacheiszeit setzte eine fluviale Zerschneidung der glazialen Trogtäler zu Kerbtälern und Klammern ein, da die würmglazialen Trogtalböden der Hauptgletscher fast überall tiefer lagen als die der Gletscher in den Nebentälern mit oft gestuften Tal mündungen (Hängetalstufen). Aus diesem Grund ist auch das eiszeitliche Breitach trogtal als Hängetal zum Illergletschergebiet entwickelt, wo es durch eine Stufe von 75 m Höhe vom größeren, tiefergelegenen Illertal getrennt ist und wo nacheiszeitlich die Breitachklamm entstand. Die Tendenz der Breitach zur Tiefenerosion setzt sich als Schluchttal bis in die Gegend von Riezlern und Außerhirsche gg fort, um dann talaufwärts gegen Mittelberg allmählich abzunehmen und in ein Sohlenkerbtal mit Hochflutbett überzugehen. Alle Nebentäler der Breitach zeigen Kerbtalzerschneidung ihrer Stufenmündungen. Dazu zählen (von Nord nach Süd) Schwarzwasser-, Schmiede bach-, Zwerenbach-, Wilden-, Gemstel- und Bärgunttal, ferner die Quellbachtäler Derren- und Turatal. Innerhalb der Nebentäler reicht die fluviale Einkerbung mit abnehmenden Beträgen meist bis nahe an die Talschlüsse heran. Die rückschreitende Erosion im Oberlauf der Seitenbäche hält bis heute an und lässt sich anhand von frischen Uferabbrüchen oft gut erkennen. Bei kleineren Nebentälern, wie dem Schmiede- und Zwerental bei Riezlern, sind in den Oberläufen die Trogtalformen erhalten. Im südlichen Einzugsgebiet der wasserreichen Seitenbäche der Breitach, d. h. im Wilden-, Bärgunt- und Derrenbach, werden derzeit die Karschwellen entlang kleinerer Wasserfälle zu tiefen Klammern zerschnitten.

Die fluviale Zerschneidung des v. a. im vorderen Kleinwalsertal noch gut erkennbaren Trogtalbodens des ehemaligen Breitachgletschers begann wohl erst im jüngsten Spätglazial, nachdem auch der Illergletscher im Oberstdorfer Raum vollständig verschwunden war und den Abfluss der Breitach nicht mehr – wie noch im frühen Spätglazial – zurückstaute.

Die Breitachklamm folgt überwiegend einem bedeutenden Südwest-Nordost-Kluftsystem (Querklüfte) des Gottesackerplateaus, an dem bei einer Wanderung durch die Klamm auch eine Harnischstriemung zu erkennen ist. In Folge des steilen Einfallens (80°) der Klüfte nach NW erhält der Klammeschnitt streckenweise eine entsprechende, vom Lot abweichende Schräglage. Nur jeweils kurze Versatzabschnitte der Klamm sind in Nordwest-Südost-Richtung (entsprechend der Klufttrichtung) als Längsklüfte angelegt.

Im Mittel- und Unterlauf des Schwarzwassertals durchquert der Bach die Ausläufer des Ifenmassivs und des Gottesackerplateaus (Helvetikum) mit den nach Südosten abtauchenden Falten- und Muldenstrukturen. Die Talmorphologie hat sich an das geologisch-tektonisch vorgegebene Muster angepasst und entsprechende Talabschnitte entwickelt. Auf einer Strecke von etwa 10 km durchbricht der Schwarzwasserbach in drei canyonartigen Schluchten Sattelstrukturen des Schrattenskalks, während in Muldenstrukturen relativ weiche Mergelschichten durchschnitten werden, wobei Talweitungen in Form von Sohlentalkerbtälern mit Hochflutsedimenten entstanden sind.



**Abb. 9:** Die „Naturbrücke“ – Relikt einer Höhlendecke im unterirdischen Karst? (Foto: © E. Stanetzek)

In den Schluchten fallen Felstrepfen aus gebankten Kalken, glatte vertikale Kluftflächen als Seitenwände, stellenweise Felstunnel („Naturbrücke“, Abb. 9) sowie ein unausgeglichenes Längsprofil mit z.T. spektakulären Wasserfällen auf. Es handelt sich wohl um eine geomorphologisch junge, spätglazial-nacheiszeitliche Talanlage, in der fluviale Prozesse und Kalklösung zusammenwirken. Teile der Schluchtstrecken scheinen ehemalige Karsthohlräume zu sein, die ihre Entstehung einer unterirdischen Kalklösung zu verdanken haben, bevor sie durch fluviale Prozesse exhumiert und stellenweise mit Kolken

nachgearbeitet wurden. Die sog. „Naturbrücke“ scheint demnach der noch verbliebene Rest einer ehemaligen Höhlendecke im unterirdischen Karst zu sein.

Die Terrassenlandschaft südwestlich Mittelberg ist durch zeitweiligen Rückstau der Breitach samt ihrer fluvialen Geschiebefracht zu erklären und durch holozäne Bergsturz- und Murkatastrophen verursacht. Die zahlreichen Schwemmfächer der Seitentäler werden vom Vorfluter unterschritten und sind somit überwiegend fossil. Der rezente Talboden der Breitach liegt eingetieft unter der würmglazialen Trogtalsole und wird heute periodisch überflutet. Auf diesen Flusslauf sind die wenigen, noch jungen rezenten Schwemmfächer der Seitenbäche und Hangkerben eingestellt. Die fluviale Erosionsbasis aller Fließgewässer im Kleinwalsertal, auf die eine bis heute anhaltende nacheiszeitliche Tiefenerosion ausgerichtet ist, bildet das untere Talende der Breitachklamm.

### Schlussbemerkung

Die Oberflächenformen des Kleinwalsertals weisen eine große Themenbreite auf, wobei geologische, geomorphologische und morphostratigraphische Aspekte ineinandergreifen. So finden sich Hydrographie und fluviale Formen, rezente Massenbewegungs- und Hangformen, Karstformen, vorzeitlich-periglaziale und -nivale Formen sowie glaziale, glazifluviale und glazilakustrine Formen in engem Nebeneinander – Fragestellungen also, die für die Alpenentstehung insgesamt von zentraler Bedeutung sind.

### Literatur

- PFIFFNER, O. A. (2015): Geologie der Alpen. 3. Auflage. Bern.
- SCHMIDT-THOMÉ, P. (1960): Zur Geologie und Morphologie des Ifengebirgsstockes (Allgäu). In: *Erdkunde* 14(3), S. 181–195. Online: <https://www.erdkunde.uni-bonn.de/article/view/1317>.
- SCHOLZ, H. (2016): Bau und Werden der Allgäuer Landschaft. 3. Auflage. Stuttgart.
- SINREICH, M., GOLDSCHIEDER, N. & H. HÖTZL (2002): Hydrogeologie einer alpinen Bergsturzmasse (Schwarzwassertal, Vorarlberg). In: *Beiträge zur Hydrogeologie* 53, S. 5–20.
- VÖLK, H. R. (1996): Zur Höhe der würm- und rißglazialen Talvergletscherung des Illergletschers, Oberallgäu. In: MÄUSBACHER, R. & A. SCHULTE (Hrsg.): Festschrift für Dietrich Barsch. *Heidelberger Geographische Arbeiten* 104, S. 259–274.
- VÖLK, H. R. (2001): Geomorphologie des Kleinwalsertales und seiner Gebirgsumrahmung. Landschaftsformen zur Eiszeit und Nacheiszeit unter Einbeziehung der geologischen Verhältnisse. In: *Vorarlberger Naturschau* 10, Dornbirn, S. 7–95. Online: [https://www.zobodat.at/pdf/VNFE\\_10\\_0007-0095.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/VNFE_10_0007-0095.pdf).

### Autor

apl. Prof. Dr. Stefan Harnischmacher  
Fachbereich Geographie  
Deutschhausstraße 10  
35032 Marburg  
E-Mail: [stefan.harnischmacher@geo.uni-marburg.de](mailto:stefan.harnischmacher@geo.uni-marburg.de)

**IPSEN, OLE**

## **Besucherlenkung und Naturvermittlung im Kleinwalsertal – Lösungsansätze für die Herausforderungen in alpinen Tourismusdestinationen**

Das Kleinwalsertal gilt als eine der beliebtesten Urlaubsregionen in den österreichischen Alpen. Es ist durch seine malerische Landschaft und durch seine zahlreichen Freizeit- und Sportmöglichkeiten bekannt. Obwohl es zum Bundesland Vorarlberg gehört, ist das Tal mit dem PKW nur über deutsches Bundesgebiet zu erreichen. Die Enklave umfasst die Ortschaften Riezlern, Hirschegg und Mittelberg mit Baad.

Hinsichtlich des Fremdenverkehrs bietet das Kleinwalsertal sowohl für den Winter- als auch für den Sommertourismus nahezu ideale Bedingungen. Von Dezember bis April stehen im *Skigebiet Oberstdorf Kleinwalsertal* über 130 Pistenkilometer zur Verfügung. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Möglichkeiten für Variantenskifahrer sowie Skitouren- und Schneeschuhgeher. Mehrere Rodelhänge zählen insbesondere für Kinder und Familien zum beliebten Winterangebot.

Auch im Sommer gibt es viele Möglichkeiten, wobei ein Besuch des einzigartigen Naturdenkmals der Breitachklamm zum Pflichtprogramm eines jeden Aufenthalts im Kleinwalsertal zählt. Für sportlich ambitionierte Besucher steht ein über 185 Kilometer langes Wanderwegenetz zur Verfügung. Aber auch Mountainbiking, Canyoning und zahlreiche weitere Outdoor-Aktivitäten bieten sich an. Darüber hinaus gibt es unterschiedliche Angebote für Klettersteiggeher. Der *Walsensteig* an der Kanzelwand, der *Zwei-Länder-Klettersteig* oder der *Mindelheimer Klettersteig* bietet für Liebhaber des Alpinismus attraktive Möglichkeiten.

Diese wenigen einleitenden Aspekte machen eines deutlich: Alpine Tourismusdestinationen stehen regional übergreifend vor der Herausforderung unterschiedlicher Nutzungsanforderungen des Naturraums. Zunehmende Freizeitnutzung durch Einheimische und Gäste auf der einen Seite und Nutzung durch Interessensgruppen wie Jagd, Forst- und Alpwirtschaft, Grundeigentümer u. v. m. auf der anderen Seite müssen in Einklang gebracht werden, um eine zukünftige touristische Nutzung zu ermöglichen und gleichzeitig den Erhalt des Kultur- und Naturraums zu sichern. Das Kleinwalsertal hat aktiv einen Prozess initiiert, der sich genau mit dieser Herausforderung beschäftigt.

### **Ausgangslage**

Das Kleinwalsertal ist ein einzigartiger Natur-, Lebens- und Freizeitraum. Nicht zuletzt zählt es genau deshalb zu den führenden Tourismusdestinationen im Alpenraum und speziell im Bundesland Vorarlberg (vgl. Tab. 1). Mit zunehmender Begeisterung für Urlaub in den Bergen und Outdoor-Sportarten wächst allerdings auch der Druck auf sensible Ökosysteme. Fruchtbarer Boden, sauberes Trinkwasser, Schutz vor Naturgefahren und Erholungsfunktion: Die von der Natur erbrachten sogenannten „Ökosystemleistungen“ haben eine zentrale Bedeutung für das menschliche Leben.

Mit wachsendem Druck auf den Naturraum durch die verschiedensten Nutzungen werden diese Leistungen allerdings immer knapper. Umso wichtiger ist es, ihre Bedeutung aufzuzeigen und ins öffentliche Bewusstsein zu rücken.

Vor diesem Hintergrund wurde 2018 von der *Kleinwalsertal Tourismus eGen* und der Gemeinde Mittelberg das Projekt *Natur bewusst erleben* initiiert, das genau an

Übernachtungszahlen in Vorarlberg nach Unterkunftsarten, Regionen und Herkunftsländern 2021–2023 (in Tsd.)	Winter 2021/2022 (abs.)	Winter 2022/2023 (abs.)	Sommer 2022 (abs.)	Sommer 2023 (abs.)
<b>Unterkunftsarten</b>				
5- / 4S- / 4-Sterne-Hotels	1.426,5	1.746,3	1.330,4	1.394,7
3-Sterne Hotels	698,9	798,0	729,9	735,4
2- / 1-Sterne Hotels	196,1	220,0	227,6	241,1
Gewerbliche Ferienwohnungen	547,2	715,8	508,7	553,8
<b>Gewerbliche Quartiere gesamt</b>	<b>2.868,7</b>	<b>3.480,2</b>	<b>2.796,6</b>	<b>2.925,0</b>
Privatzimmer	126,2	127,2	101,2	101,9
Private Ferienwohnungen	822,6	878,1	731,7	753,0
<b>Private Quartiere gesamt</b>	<b>948,8</b>	<b>1.005,3</b>	<b>832,9</b>	<b>854,9</b>
Campingplätze	87,4	84,7	354,7	369,1
Kinder- und Jugenderholungsheime	14,3	26,4	8,3	28,0
Jugendherbergen	20,8	37,9	48,1	55,4
Bewirtete Schutzhütten	15,8	18,6	74,8	86,1
Sonstige Unterkünfte	117,8	159,0	160,9	159,7
<b>Andere Unterkünfte gesamt</b>	<b>256,1</b>	<b>326,6</b>	<b>646,8</b>	<b>698,3</b>
<b>Regionen</b>				
Alpenregion Bludenz	474,5	574,4	607,6	631,6
Arlberg	705,0	757,9	149,9	143,0
Bodensee-Vorarlberg	340,2	503,6	896,4	976,8
Bregenzerwald	822,8	951,5	863,9	892,0
<b>Kleinwalsertal</b>	<b>732,8</b>	<b>749,2</b>	<b>921,0</b>	<b>916,8</b>
Montafon	998,1	1.275,4	857,5	918,0
<b>Herkunftsländer</b>				
Österreich (= A)	378,9	434,8	578,7	584,4
<b>Ausland gesamt</b>	<b>3.694,5</b>	<b>4.377,3</b>	<b>3.717,6</b>	<b>3.890,8</b>
davon: Deutschland	2.432,6	2.752,8	2.601,6	2.672,6
Schweiz / Fürstentum Liechtenstein	311,2	494,5	419,2	461,2
Niederlande	449,8	500,4	306,6	320,5
Belgien	95,0	97,7	75,1	81,0
Großbritannien	91,9	114,9	20,9	25,4
Frankreich, Monaco	70,8	84,4	75,8	82,3
Italien	11,5	19,1	29,1	28,8
Sonstige	231,7	313,5	189,3	219,0
<b>Übernachtungen gesamt (A + Ausland)</b>	<b>4.073,4</b>	<b>4.812,1</b>	<b>4.296,3</b>	<b>4.475,2</b>

Tab. 1: Übernachtungszahlen für Vorarlberg 2021–2023

(Quelle: auszugsweise aus [https://vorarlberg.at/-/120\\_tourismus](https://vorarlberg.at/-/120_tourismus))

diesem Punkt ansetzt. Gemeinsam mit rund 200 Vertretern unterschiedlicher Interessensgruppen aus Tourismus, Land-, Alp- und Forstwirtschaft ebenso wie Grundeigentümern, Jagd, Naturschutz u. v. m. wurden Lösungsansätze für die Herausforderungen im Naturraum entwickelt.

Im Mittelpunkt stand dabei von Beginn an der Wert der Natur für den Menschen. Lebenswichtige Funktionen wie der Schutz vor Lawinen und Muren oder die Bereitstellung von sauberem Trinkwasser werden ebenso berücksichtigt wie die Erholungsmöglichkeiten und Freizeitaktivitäten. Sämtliche Beiträge der Natur zum Leben und Wohlbefinden der Menschen werden unter dem Begriff *Ökosystemleistungen* zusammengefasst.

Dabei ging es nicht nur um das Aufzeigen des Handlungsbedarfs, sondern auch um die Entwicklung konkreter Lösungen, um die Qualität des Lebens- und Naturraums zu bewahren. *Natur bewusst erleben* baut auf respektvolles Miteinander in der Natur, gegenseitiges Verständnis, Aufklärung und Lenkung, wie es das Logo (Abb. 1) zum Ausdruck bringt. Es steht zusammengefasst für:

NATUR = Ökosystemleistungen

BEWUSST = Sensibilisierung

ERLEBEN = innovative Vermittlung.



**Abb. 1: Logo von *Natur bewusst erleben***  
(Quelle: © Kleinwalsertal Tourismus eGen)

## Zielsetzung

Im Zuge des Projekts *Natur bewusst erleben* soll insbesondere der Wert der Natur aufgezeigt und in das Zentrum des öffentlichen Interesses gerückt werden. Des Weiteren soll eine nachhaltige Sensibilisierung gefördert und die Lenkung der Freizeit- und Lebensraumnutzung verbessert werden. Möglichen Interessenskonflikten und widerstreitenden Nutzungen in sensiblen Landschaftsräumen soll dadurch vorgebeugt werden.

In diesem Zusammenhang wurden drei Schwerpunkte erarbeitet: Eine gesamthafte Analyse des Naturraums des Kleinwalsertals mit dem Fokus auf die Ökosystemleistungen, die Entwicklung eines Konzepts für die Lenkung von Freizeit- und Lebensraumnutzung sowie die Erarbeitung von Maßnahmen zur innovativen Wissensvermittlung.

## Der Weg

Auf der Grundlage von Datenanalysen und Erhebungen zum Naturraum und zur Freizeitnutzung im Kleinwalsertal wurden ein Konzept zur Freizeitlenkung und Maßnahmen für die innovative Wissensvermittlung entwickelt. Dies erfolgte unter Beteiligung aller relevanten Interessensgruppen.

Zu Beginn der Konzeptphase erfolgte eine umfangreiche Erhebung der IST-Situation bezüglich möglicher Konflikte im Naturraum sowie eine Analyse der Ökosystemleistungen im Kleinwalsertal.

## Analyse der Ökosystemleistungen

Die Analyse des Naturraums im Kleinwalsertal mit dem Fokus auf die Ökosystemleistungen bildete eine zentrale Grundlage für die beiden weiteren Projekt-Schwerpunkte, die Erarbeitung des Lenkungskonzepts und den Maßnahmenkatalog innovativer Wissensvermittlung. Das Konzept der Ökosystemleistung versucht, den vielfältigen

### **Natur bewusst erleben – Aufgabenstellungen und Zielsetzung**

„Das Kleinwalsertal ist ein einzigartiger Natur-, Lebens- und Freizeitraum. Nicht zuletzt zählt es genau deshalb zu den führenden Tourismusdestinationen im Alpenraum. Mit zunehmender Begeisterung für Urlaub in den Bergen und Outdoor-Sportarten wächst allerdings auch der Druck auf sensible Ökosysteme. Fruchtbarer Boden, sauberes Trinkwasser, Schutz vor Naturgefahren und Erholungsfunktion: Die von der Natur erbrachten sogenannten „Ökosystemleistungen“ haben eine zentrale Bedeutung für das menschliche Leben. Mit wachsendem Druck auf den Naturraum durch die verschiedensten Nutzungen werden diese Leistungen allerdings immer knapper.

Umso wichtiger ist es, ihre Bedeutung aufzuzeigen und ins öffentliche Bewusstsein zu rücken. Das Projekt „Natur bewusst erleben“ setzt genau an diesem Punkt an. Es ist eine Initiative der Gemeinde Mittelberg und Kleinwalsertal Tourismus, gemeinsam mit unterschiedlichen Interessensgruppen aus Tourismus, Land-, Alp- und Forstwirtschaft ebenso wie Grundbesitzern, Jagd und Naturschutz, u. v. m.

Im Mittelpunkt des Projekts steht der Wert der Natur für den Menschen. Lebenswichtige Funktionen wie der Schutz vor Lawinen und Muren oder die Bereitstellung von sauberem Trinkwasser werden ebenso berücksichtigt wie die Erholungsmöglichkeiten und Freizeitaktivitäten. Sämtliche Beiträge der Natur zum Leben und Wohlbefinden der Menschen werden auch als Ökosystemleistungen bezeichnet. Ziel ist es, nicht nur Handlungsbedarf aufzuzeigen, sondern konkrete Lösungen zu entwickeln, um die Qualität des Lebens- und Naturraums zu bewahren.

Der ganzheitliche Ansatz und Versuch, die unterschiedlichen Ansprüche für ein gemeinsames Ziel – eine nachhaltige Zukunft – zusammenzuführen, brachte dem Projekt auch die Maximalförderung in Höhe von 60 Prozent der Gesamtkosten im Rahmen des LEADER-Programms der Europäischen Union ein. „Natur bewusst erleben“ baut auf respektvolles Miteinander in der Natur, gegenseitiges Verständnis, Aufklärung und Lenkung. Zusammengefasst steht es für:

NATUR = Ökosystemleistungen  
BEWUSST = Sensibilisierung  
ERLEBEN = innovative Vermittlung

Im Sommer 2018 wurde die *REVITAL Integrative Naturraumplanung GmbH* gemeinsam mit dem Institut für Ökologie der Universität Innsbruck mit der fachlichen Bearbeitung zur „Erfassung und Darstellung der Ökosystemleistungen im Kleinwalsertal“ sowie „Entwicklung eines Freizeitlenkungskonzeptes“ und „Erstellung eines innovativen Vermittlungskonzeptes“ beauftragt. Projektträger ist die Gemeinde Mittelberg mit dem Projektpartner *Kleinwalsertal Tourismus eGen*. Unterstützt wird das LEADER-Projekt durch Bund, Land und Europäische Union.“

(Quelle: Maßnahmen-Abschlussbericht *Natur bewusst erleben Kleinwalsertal*, Mittelberg 2020, S. 6)

Nutzen der Natur für den Menschen zu erfassen. Als Ökosystemleistungen werden die Leistungen der Natur bezeichnet, die der Mensch durch die Lebensräume und Lebewesen wie Tiere und Pflanzen bezieht. Sie sind essentiell für grundlegende Bedürfnisse des Menschen, wie beispielsweise der Zugang zu Wasser und Nahrung. Ökosystemleistungen können in drei Kategorien unterteilt werden:

- Bereitstellende Leistungen: Produkte, die aus Ökosystemen gewonnen werden, wie Nahrungsmittel, Wasser, Holz, Rohstoffe, Energieträger, Medizin.
- Regulierende Leistungen: Nutzen, der aus der Regulierung der Ökosysteme entsteht, wie Reinigung von Luft und Wasser, Klimaregulierung, Schutz vor Naturgefahren, Erosionsschutz.
- Kulturelle Leistungen: Nicht-materieller Nutzen, der durch Ökosysteme gewonnen wird, wie zum Beispiel Erholung und Inspiration.

Für das Kleinwalsertal wurden auf Basis der aktuellen internationalen Klassifikation von Ökosystemleistungen (*Common International Classification of Ecosystem Services*, CICES V5.1) 22 relevante Ökosystemleistungen ausgewählt, erfasst und bewertet. Hierzu gehören z. B. die Produktion von Grünfutter für Nutztiere, die Bereitstellung von Trinkwasser, Regulierung der Bodenerosion, Schutz vor Lawinen und Steinschlag, Habitat für Biodiversität sowie der Erholungswert (vgl. Anhänge I bis III). Die Auswertung dieser Analyse bildet eine zentrale Basis für das Lenkungs- und Vermittlungskonzept.



Abb. 2: Ole Ipsen (mit gelbem Rucksack) erläutert der MGG-Wanderguppe im Gemsteltal das Konzept von *Natur bewusst erleben* (Foto: © H. Dany)

## **Entwicklung eines Konzepts für die Lenkung von Freizeit- und Lebensraumnutzung**

Wie Studien belegen und wie auch die vielen Diskussionen mit den unterschiedlichen Naturnutzern zeigen, unterliegt insbesondere der alpine Raum einem stetig wachsenden Nutzungsdruck. Dieser führt in weiterer Folge zur verstärkten Nachfrage nach mehr Öffentlichkeitsarbeit und konzeptionell-planerischen Maßnahmen (Lenkungs-konzepte). Ziel dieses Arbeitsschwerpunkts war daher, auf fachlicher Basis und im Dialog mit allen betroffenen Interessensvertretern ein beschlussfähiges Konzept zur Lenkung von Freizeit- und Lebensraumnutzung zu entwickeln.

Zur Erstellung des Konzepts wurden folgende Arbeitsschritte vorgenommen:

- Datengrundlagen: Sammlung, Sichtung, Aufbereitung
- Umfrage: Abfrage eines Handlungsbedarfs und mögliche Lösungsvorschläge
- Fachgespräche: Abfrage von Nutzungsinformationen und Diskussion zu Themenschwerpunkten
- Teilraumgespräche: Gemeinsame Diskussion und Verständigung zu Lenkungsmaßnahmen im Teilraum
- Raumanalyse: Zusammenführen der Informationen
- Workshop: Diskussion in Teilräumen zu Themenschwerpunkten
- Maßnahmensteckbrief: Finale Festlegung von Lenkungsmaßnahmen in Teilräumen und öffentlicher Aushang mit Möglichkeit der Stellungnahme
- Beschlussfähiges Lenkungskonzept: Zusammenstellung des Lenkungskonzepts und Formulierung eines Grundsatzbeschlusses

Involviert waren rund 200 Interessensvertreterinnen und Interessensvertreter aus folgenden Bereichen: Outdoor- und Freizeitanbieter, Skischulen, Land-, Alp- und Forstwirtschaft, Sport-, Freizeit- und Alpenvereine, Jagd und Fischerei, Hotellerie, Gastronomie, Hütten, Bergbahnen und Lifte, Gremien der Kleinwalsertal Tourismus eGen, Projekt- und Fachgruppen sowie Ausschüsse der Gemeinde Mittelberg, Mitglieder und Ersatzmitglieder der Gemeindevertretung der Gemeinde Mittelberg sowie Natur- und Landschaftsschutz.

Im November 2018 wurde eine Befragung von 158 Vertretern dieser Interessensgruppen zur Freizeit- und Lebensraumnutzung im Kleinwalsertal durchgeführt. Ziel dieser Befragung war, potenzielle Nutzungskonflikte im Naturraum zu identifizieren, zu lokalisieren sowie konkrete Lösungsvorschläge zu sammeln. Die Ergebnisse der Befragung wurden in einem Brennpunkte-Bericht dargelegt. Die Daten standen als Grundlage für die Bearbeitung des Lenkungskonzepts zur Verfügung. Alle Rückmeldungen zu verorteten Nutzungskonflikten, Handlungsempfehlungen und Maßnahmenvorschlägen konnten getrennt nach Sommer und Winter dargestellt und lokalisiert werden. Die Herausforderungen lagen gemäß der Rückmeldungen vorwiegend in der Schaffung von gegenseitigem Verständnis, in der generellen Wald-Wild-Thematik (Wo liegen sensible Waldbereiche vor? Wo müssen Rückzugsräume



**Abb. 3: Übersichtstafeln unterstützen das Lenkungskonzept von *Natur bewusst erleben* im Kleinwalsertal (Foto: © Kleinwalsertal Tourismus eGen / Oliver Farys, autorisiert)**

für Wild geschaffen werden?) sowie in der Angebotsentwicklung für naturverträgliche Freizeitnutzungen.

Im weiteren Projektverlauf erfolgten Fachgespräche mit Vertretern aller Interessensgruppen, eine Konflikt- und Potenzialanalyse sowie ein gemeinsamer Workshop. Im Dezember 2019 wurden mit den Interessensgruppen Steckbriefe zu 11 Teilräumen (vgl. Karte Anhang I) für das Lenkungskonzept sowie die entsprechenden Maßnahmenvorschläge diskutiert und festgelegt. In einem gemeinsamen Leitbild wurden zudem die Interessen aufeinander abgestimmt und gemeinsame Wege im Umgang mit den Herausforderungen festgehalten. Im März 2020 erfolgte der Online-Aushang der Teilraumsteckbriefe inklusive Kartenwerk. Damit wurde allen interessierten Personen die Möglichkeit der Einsicht und Rückmeldung gegeben. Das Lenkungskonzept basiert auf den Säulen: Beschilderung (Information; vgl. Abb. 3 und 4), Infrastruktur, Angebote, Gebote und Verbote, Kommunikation.

### **Erarbeitung von Maßnahmen zur innovativen Wissensvermittlung**

Die Erarbeitung von Maßnahmen zur innovativen Wissensvermittlung bildete den dritten Schwerpunkt von *Natur bewusst erleben*. Das Ziel der Maßnahmen besteht darin, Naturwissen ganzjährig sowohl im Naturraum selbst als auch in Form von Indoor-Angeboten und unter Einbeziehung digitaler Medien erlebbar zu machen. Damit soll zu einer nachhaltigen Sensibilisierung und einem Erfolg der Lenkungs-

maßnahmen beigetragen werden. Es werden verschiedene Zielgruppen aller Generationen angesprochen, verbunden mit der Anregung, sich mit der Thematik zu beschäftigen. Insbesondere Kinder und Jugendliche werden als zentraler Schlüssel zur Bewusstseinsbildung angesehen. Das sowohl dem Lenkungskonzept als auch den Maßnahmen zur Wissensvermittlung in *Natur bewusst erleben* zu Grunde liegende Konzept der Ökosystemleistungen dokumentiert Nutzen und Vorteile, die Menschen von Ökosystemen beziehen. Es schafft nicht nur Verbindungen zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, sondern ist durch seine Positionierung an der Schnittstelle zwischen Ökosystem und menschlichem Handlungsbereich wie kaum ein anderes Konzept dazu geeignet, die gesellschaftliche Relevanz des Naturraums und seiner vielfältigen Ökosysteme zu kommunizieren.

In einem ersten Schritt der Maßnahmenerarbeitung wurden die relevanten Akteure und Initiativen definiert und in einer umfangreichen Bestandserhebung erfasst. Unter Berücksichtigung wesentlicher Grund- und Leitsätze wurden im Rahmen der Projektbearbeitung und im Zuge von Workshops Maßnahmen zur Wissensvermittlung gesammelt und entwickelt. Als Ergebnis liegen Steckbriefe zu 15 innovativen Vermittlungsmaßnahmen vor. Hierzu gehören z. B. Veranstaltungen (Naturvielfalt-Tage; Festival für Naturvermittlung), Freiwilligen-Aktionstage, Naturvermittlungsprogramme in den Schulen, die Konzeption eines *Natur bewusst erleben Zentrums*, der Aufbau eines Rangerteams, digitale Vermittlungsmaßnahmen u. v. m.



Abb. 4: Für nachhaltigen Wintersport wurden von *Natur bewusst erleben* ein Verhaltenskodex und ein Lenkungskonzept erarbeitet (Foto: © Kleinwalsertal Tourismus eGen / Frank Drechsel, autorisiert)

## Die Umsetzung

Alle Ergebnisse der Projektphase wurden im Mai 2020 in einem Maßnahmen-Abschlussbericht zusammengefasst, welcher die Grundlage für die schrittweise Umsetzung der Maßnahmen darstellt. Zur Erreichung der gesetzten Ziele wurde beschlossen, dass *Natur bewusst erleben* als Gesamtstrategie für eine nachhaltige und naturverträgliche Gemeinde- und Tourismusentwicklung im Kleinwalsertal weiterverfolgt wird. Um die anstehenden Aufgaben und Maßnahmen zielgerichtet und effektiv umsetzen zu können, war es notwendig, eine Koordinationsstelle zu schaffen, die eine zentrale Anlaufstelle für Themen im Zusammenhang mit der Freizeitlenkung, der Wissensvermittlung und den Maßnahmen zum Erhalt der Natur darstellt. Diese Stelle wurde im Oktober 2022 realisiert und besetzt. Die mit Interessensvertretern abgestimmten, in Teilraumsteckbriefen und Maßnahmenplänen dargelegten Lenkungsmaßnahmen sowie die entwickelten Vermittlungsmaßnahmen werden seit Herbst 2020 in Detailprojekten konkretisiert und schrittweise zur Umsetzung gebracht.

## Fazit

*Natur bewusst erleben* hat sich durch die intensive und langfristige Bearbeitung im Rahmen eines Beteiligungsprozesses von einem Projekt zu einer langfristigen und dauerhaften Initiative im Kleinwalsertal entwickelt. Sowohl in der Gemeindegarbeit als auch innerhalb der Tourismusgenossenschaft nimmt die Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen einen hohen Stellenwert ein. Neben der systematischen Bearbeitung der Schwerpunkte auf wissenschaftlicher Basis und der Schaffung personeller Ressourcen bildet der stetige Dialog mit den Interessensgruppen eine zentrale Basis für den Erfolg der Initiative. Als Vorzeigeprojekt wird *Natur bewusst erleben* im deutschsprachigen Alpenraum u. a. auch aufgrund des Engagements der Tourismusorganisation als Initiator und Motor der Umsetzung im Sinne einer nachhaltigen touristischen Entwicklung wahrgenommen.

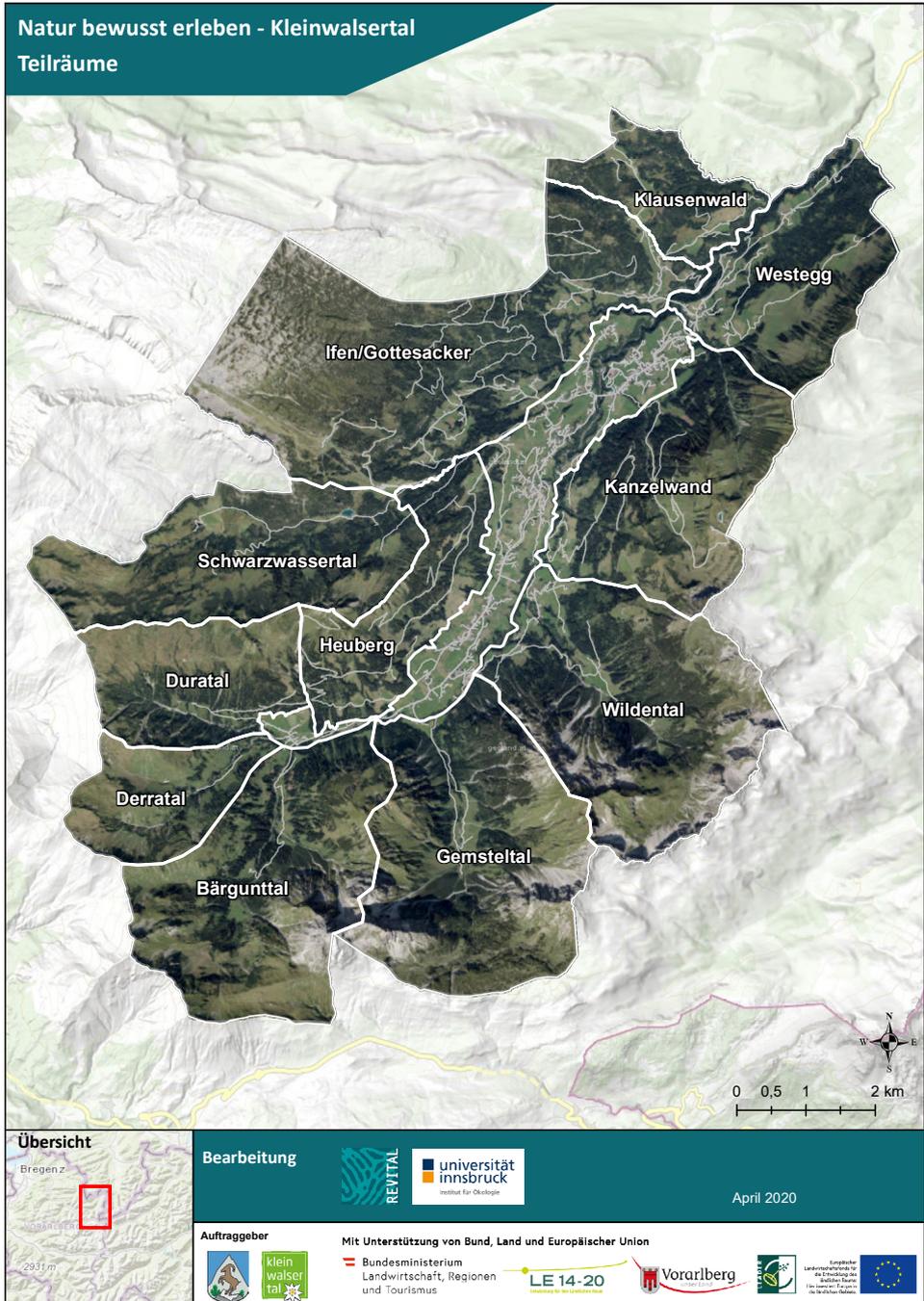
## Quellenverweis

Der Maßnahmen-Abschlussbericht ist abrufbar unter <<https://tramino.s3.amazonaws.com/s/mittelberg/1322006/massnahmen-abschlussbericht-nbe-mai-2020.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJNXSYHZLWPEMMPMA&Expires=1722513163&Signature=%2FfwRPgPBc4QajiY06RHOoGHdBVs%3D>>. Weitere Informationen und Ergebniskarten zu *Natur bewusst erleben* | Gemeinde Mittelberg Kleinwalsertal unter <<https://www.gde-mittelberg.at/freizeit-sport/natur-bewusst-erleben/>> (zuletzt 25.07.2024).

## Autor

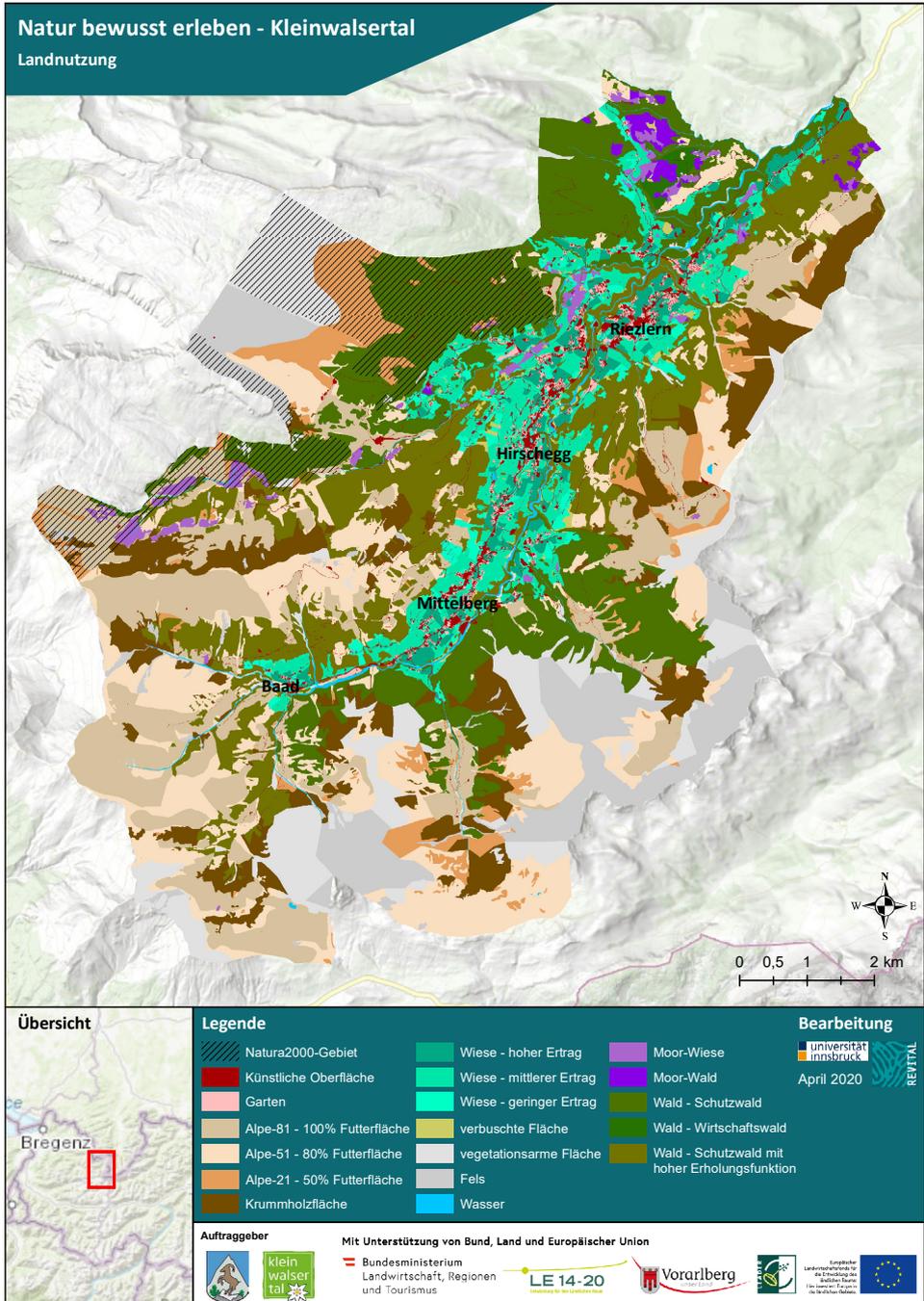
Dipl. Geogr. Ole Ipsen  
Teamleiter Produktmanagement bei der *Kleinwalsertal Tourismus eGen*  
Walserstraße 264  
A-6992 Hirschegg  
E-Mail: ole.ipsen@kleinwalsertal.com

# Anhang I: Karte der Teilräume des Kleinwalsertals



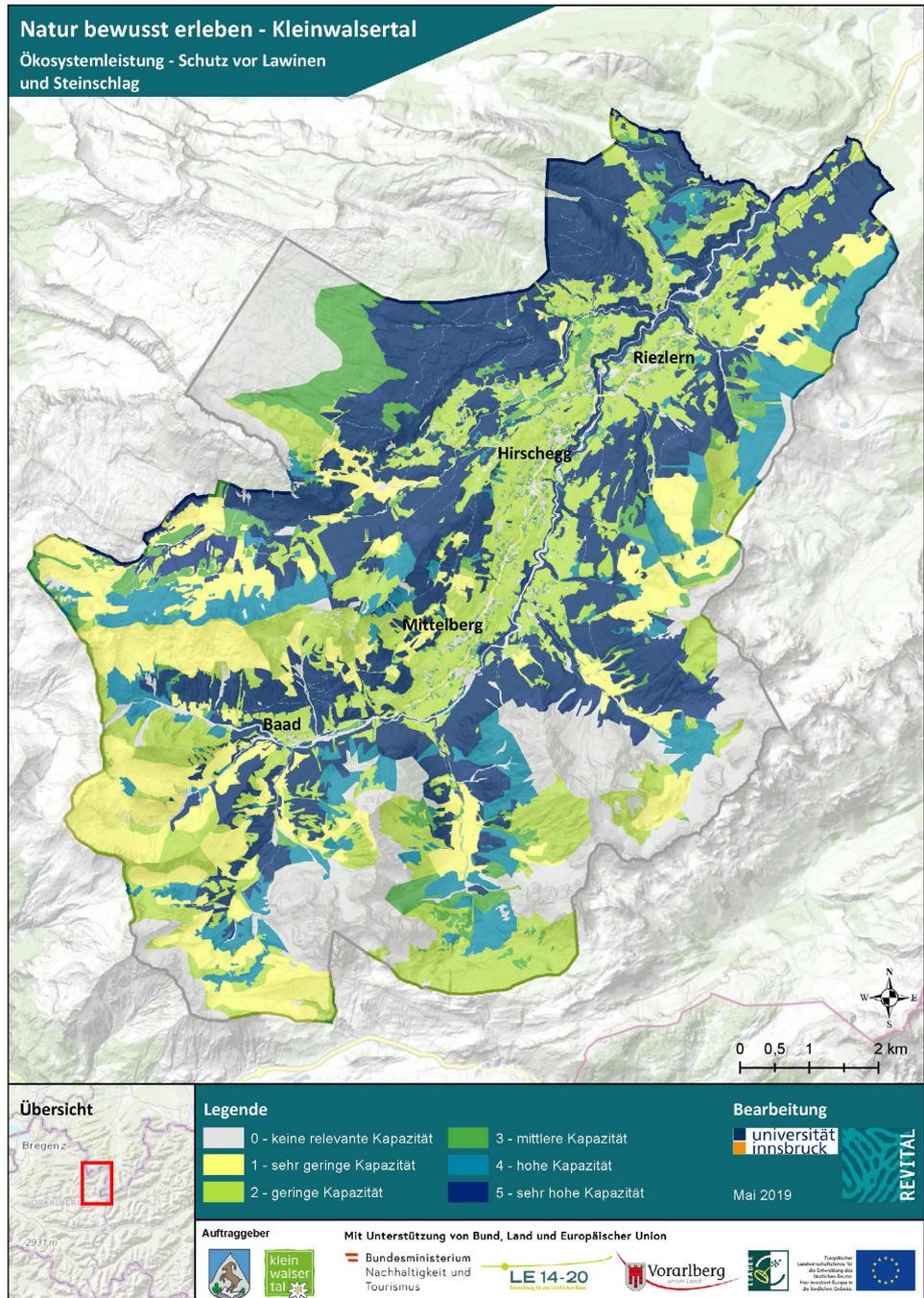
(Quelle: Maßnahmen-Abschlussbericht *Natur bewusst erleben Kleinwalsertal*, Mittelberg 2020, S. 13)

## Anhang II: Karte der Landnutzung



(Quelle: Maßnahmen-Abschlussbericht *Natur bewusst erleben Kleinwalsertal*, Mittelberg 2020, S. 17)

# Anhang III: Karte der Ökosystemleistung – Schutz vor Lawinen und Steinschlag



(Quelle: Maßnahmen-Abschlussbericht *Natur bewusst erleben Kleinwalsertal*, Mittelberg 2020, S. 19)

## Kurzfassungen der Gastvorträge

**BÜDEL, CHRISTIAN**

### **Die Beckenlandschaften des iranischen Hochlands – Einblicke in die Umweltgeschichte einer Schlüsselregion des Weltklimas**

#### **Einführung**

Mit den Meldungen des Lithiumfunds in der Qahavand-Ebene in der Provinz Hamadan rückte der Iran im Frühjahr 2023 ins Zentrum des globalen wirtschaftlichen Interesses. Grund ist die Bedeutung des Lithiums als notwendiger Bestandteil moderner Batterien für E-Autos, Handys und weiterer IT-Technologie. Weshalb gerade hier im iranischen Hochland auch weiterhin mit Neufunden solch bedeutender Bodenschätze zu rechnen ist, liegt in seiner besonderen geographischen Lage und den damit verbundenen extremen klimatischen Bedingungen begründet. Diese sind seit jeher sowohl für die Entwicklung der iranischen Gesellschaften, ihrer Ressourcen und Kulturlandschaften, als auch für die von diesem Raum aus stark beeinflusste Entwicklung des Weltklimas prägend.

Die im vorindustriellen Zeitalter nutzbaren Ressourcen waren auf wenige grundlegende Elemente wie Wasser, Böden und verschiedene Mineralien begrenzt. Doch zeichnen sich schon früh Strategien und technologische Entwicklungen ab, die an die spezifischen landschaftlichen Standortverhältnisse angepasst und folglich auch vom landschaftlichen Wandel stets mitbetroffen waren und die, umgekehrt, diesen auch mit steuerten. Der folgende Überblick zeigt Möglichkeiten auf, diese komplexen landschaftlichen Zusammenhänge zu erforschen und Entwicklungsmodelle und Prognosen für die künftige Entwicklung des iranischen Hochlands zu entwerfen.

#### **Die Untersuchungsgebiete**

Der Iran vereint aufgrund seiner Lage und Größe eine Vielzahl klimatischer und landschaftlicher Einheiten, was seine herausragende Bedeutung für den Ökosystemschutz im Nahen Osten und Westasien begründet. Die Ausprägungen reichen von den hyrkanischen Wäldern an den Nordhängen des Alborsgebirges über die trockenheißen, hochariden Becken des zentralen Hochlands bis zu den Mangrovenwäldern an den tektonisch gefalteten Rändern des Persischen Golfs. Überwiegend trockenheiße, in den Höhen kältere Wüsten- und Steppenklimate gehen in den nordöstlichen Gebirgsregionen in mediterrane Verhältnisse mit subtropischen und kontinentalen Einflüssen über. So bedingt die Artenvielfalt vier bedeutende Haupt-Florenregionen. Dies sind (1) die irano-turanischen trockenen und semiariden Wüsten und Gebirge, (2) die Wald- und Waldsteppenzonen des Zagrosgebirges, (3) die hyrkanischen Urwälder und (4) die feuchtheißen Küstenebenen des Persischen Golfs und des Golfs von Oman (ROOZITALAB et al. 2018). Das jeweils charakteristische Artenspektrum ist Ausdruck des artenspezifischen Ausbreitungsgangs und der Anpassung an vergangene und ak-

tuelle gemäßigte bis extreme Temperaturbedingungen mit lokal stark wechselnder Wasserverfügbarkeit bis hin zu ausgeprägtem Wassermangel.

Das Pflanzenwachstum und damit die Lebensbedingungen für die Menschen dieser Region sind bestimmt von kaum entwickelten Regosolen und Wüstenböden wie salzhaltigen Solonchaken, Kalk- und Gipsböden (Calcisol, Gypsisol) sowie kaum bis mäßig entwickelten Bodenhorizonten in Leptosolen und Kastanozemen (BRECKLE & RAFIQPOOR 2019; ROOZITALAB et al. 2018). Typisch für den überwiegenden Teil des Hochlands sind die sterilen Evaporitböden und abflusslosen Playa- bzw. Salztonebenen, die so gut wie keine organische Substanz enthalten und dementsprechend kaum geeignetes Substrat für (Nutz-) Pflanzen bilden.

Die Randbereiche und Höhenzüge des Hochlands werden von Bergmandel-Pistazienbaumgesellschaften in locker stehenden Beständen eingenommen, die von Sträuchern wie Berberizen (*Berberis integerrima*) und Geissblattgewächsen (*Lonicera nummularifolia*) begleitet werden (BOBEK 1952, ROOZITALAB et al. 2018). Das Wasserdefizit der anschließenden ariden und semiariden Steppen- und Wüstenareale sorgt für azonale Vegetationsformen und für typische Artenvorkommen der irano-turanischen Florenregion. Hier finden Wermutsträucher (*Artemisia herba alba*), verschiedene Tamarisken (*Tamarix* spp.) und Saxaul (*Haloxylon Ammodendron*) auf sandigen und kiesigen Untergründen noch Zugang zu Grundwasser. Auch weitere Spezialisten wie *Calligonum polygonoides* aus der Familie der Knöterichgewächse besiedeln hier selbst lockere Dünensubstrate (ROOZITALAB et al. 2018; DJAMALI et al. 2011).

Die für die Landwirtschaft interessanten Pistazien- und Mandelbäume wurden schon in früheren Siedlungsphasen als Nahrungsquelle genutzt. Auch die Dattelpalme fand im zentralen Hochland noch ihr natürliches Ausbreitungsgebiet. Spätpleistozäne und holozäne Klimaschwankungen sowie menschlicher Nutzungsdruck veränderten das Bild der Landschaft spätestens seit dem mittleren Holozän. Erste Bewässerungssysteme konnten für die Zeit um 5000 v. Chr. nachgewiesen werden (EHLERS 1980). Die Besiedlung begann in den humideren Gebirgszügen und breitete sich allmählich über die Schwemmfächerschürzen bis zu den zentralen ariden Becken aus. Die Wasserverfügbarkeit entlang des an dieser immer wiederkehrenden Abfolge ausgebildeten Ariditätsgradienten wurde so auch unter dem menschlichen Einfluss zum immer bedeutender werdenden landschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungsfaktor.

Die fragilen Ökosysteme der Region reagieren sensibel auf Schwankungen von Temperatur und Humidität, ebenso wie auf Veränderungen des Substrats. Sie sind unmittelbar an die atmosphärische Drift, die vorherrschenden lokalen Winde und die Verteilung der Niederschläge gebunden. Hieraus ergeben sich weitere Schlüsselfaktoren der Landschaftsentwicklung. So sind etwa die bodenbildenden Prozesse von Erosion und Akkumulation von diesen Faktoren abhängig. Gravitative oder tektonisch bedingte Abtragungen, fluviale Erosion oder äolische Umlagerungen wirken der Bildung und Erhaltung tiefgründiger Böden entgegen. Für die Erforschung der endpleistozänen und holozänen Feuchtephasen zur Beurteilung der damaligen Umwelt- und

Lebensbedingungen stehen in den Beckenlandschaften daher nur wenige hinreichend ungestörte Sedimentarchive zur Verfügung.

### **Die Erforschung der Landschaften**

Methodisch ergibt sich eine Hauptschwierigkeit aus der stark differierenden zeitlichen Auflösung landschaftlicher und kulturhistorischer Archive. Entwicklungen in lang andauernden Klimazyklen können anhaltende, kontinuierlich ablaufende Veränderungen durch diverse reliefbildende Prozesse in der Landschaft bewirken. Zwar waren und sind die menschlichen Eingriffe lokal mitunter äußerst wirksam und landschaftsprägend und sie können, wie beispielsweise der Kanal- und Bewässerungsbau, ganze Ökotope bedingen, doch verliefen sie während des Holozäns in der Regel weniger andauernd und lokal stärker begrenzt auf das Umfeld der Siedlungen.

Hier stellt sich die Frage, welche Sedimente für die Identifikation vergangener Humiditätsphasen genutzt werden können. Dabei kann man die Suche nach geeigneten Standorten zunächst auf Sedimentarchivtypen stützen, die in früheren Studien bereits vielversprechende Erkenntnisse erbrachten. Die detailliertesten darunter sind die Paläobodensequenzen aus den Lössen des Nordiran sowie Seesedimente aus den Gebirgsregionen, in denen sich auch organische Reste für umfangreiche Pollenanalysen erhalten haben (VAN ZEIST & BOTTEMA 1991; KEHL et al. 2018; KEHL et al. 2023). Doch diese Archive sind gerade in den zentralen Beckenlandschaften mit ihren heißariden Bedingungen nicht oder kaum vorhanden und müssen um weitere Beobachtungen ergänzt werden. Dies können die hier vorgestellten ausgedehnten Pediment- und Schwemmfächerebenen sein, die, wie im Damghan Becken, eng mit den Kulturfolgen der an der ehemaligen Seidenstraße gelegenen antiken Hauptstadt Tepe Hessar korreliert werden können. Hinweise finden sich auch in den zentral gelegenen Becken von Bajestan und Khor mit ihren zunehmend äolisch dominierten und weniger vom Menschen frequentierten Landschaften. Die hier vorwiegende Dünenbildung und intensive äolische Auswehung (Deflation) sorgen dafür, dass Bodenhorizonte in der Entwicklung stark gestört bzw. kaum erhalten sind. Hinweise auf Bodenbildung ergeben sich häufiger nur noch durch den Nachweis von umverlagerten Bodenrelikten.

Um dies nachzuweisen, wurden für die untersuchten Becken detaillierte geomorphologische Karten erstellt, die die Landformen als Teil des jeweiligen historisch-geologisch rekonstruierten geomorphologischen Systems darstellen. Alle beobachtbaren oder nachweisbaren Prozesse, Materialien und Formen wurden dazu kategorisiert und, wo möglich, quantifiziert, um auf dieser Basis Stoff- und Energiebilanzen der Systeme abschätzen und ggf. modellieren zu können (vgl. BÜDEL 2020). Rammkernsondagen und Profilschnitte über die Landformen ermöglichten es, die vertikale Ausdehnung und Struktur der Sedimente zu erfassen und diese für die spätere Analytik zu beproben. Physikochemische und sedimentologische Eigenschaften der Proben (wie etwa Korngrößenverteilung und -sortierung) sowie die Verwitterungsgrade des Substrats und die Veränderung der enthaltenen Minerale geben dann weitere Hinwei-

se auf die Umweltbedingungen zum Zeitpunkt der Ablagerung oder, im Falle von bodenbildenden (pedogenen) Prozessen, für den Zeitraum nach der Ablagerung, wenn die Umweltbedingungen eine intensivere Bodenbildung begünstigten. Die Messungen wurden dabei ergänzt durch mikromorphologische Analysen, also durch die Betrachtung und Charakterisierung der Sedimente anhand von eigens erstellten Dünnschliffpräparaten, die alle Schichtkomponenten ungestört in ihrer originalen Zusammensetzung abbilden (STOOPS et al. 2018; VERRECCHIA & TROMBINO 2021).

Der Zeitpunkt der Ablagerung kann mit Hilfe der Lumineszenzdatierung oft auf wenige hundert Jahre exakt bestimmt werden. Sie misst die Anreicherung der im Sediment enthaltenen Quarze oder auch Feldspäte mit Energie in Form von angeregten Elektronen. Diese stammt aus natürlicher radioaktiver Strahlung der in den Sedimenten enthaltenen Minerale, die ab dem Zeitpunkt im Kristallgitter der Quarze angereichert wird, ab dem diese vom Sonnenlicht abgeschirmt, also begraben wurden. Da dies in der Landschaft durch Prozesse der Erosion, Transport, oder der Ablagerung von Sedimenten erfolgt (die für den Geomorphologen wiederum aus der stratigraphischen Abfolge und Schichtbeschaffenheit ableitbar sind), lassen sich mit der Methode auch lange vergangene Reliefentwicklungen quantifizieren (FUCHS & LANG 2009).

### **Maßgebliche landschaftsbildende Prozesse**

Im Becken von Damghan konnten im Zuge der detaillierten geomorphologischen Kartierung (~30 km östlich von Tepe Hesar) drei Phasen spezifischer Schwemmfächeraktivität identifiziert und näher charakterisiert werden, die während des Pleistozäns mächtige Ablagerung am Gebirgsfuß hinterließen. In zwei weiteren Phasen erfolgte dann während des frühen Holozäns der weitere Vorstoß der Schwemmfächer ins Beckeninnere. Danach kann für die Zeit des mittleren und jüngeren Holozäns von einer teilweisen Aktivität der Schwemmfächeroberflächen in den mittleren Bereichen (medial) sowie im Bereich des Schwemmfächerfußes (distal) ausgegangen werden. Die aktiven Zonen setzen hier bereits am Reliefknickpunkt im medialen Schwemmfächerbereich an und weiten sich Richtung Schwemmfächerfuß aus (Abb. 1), wobei ältere Schwemmfächeroberflächen aktuell durch die seitlich hin und her pendelnde Aktivitätszone kleinräumig überprägt werden.

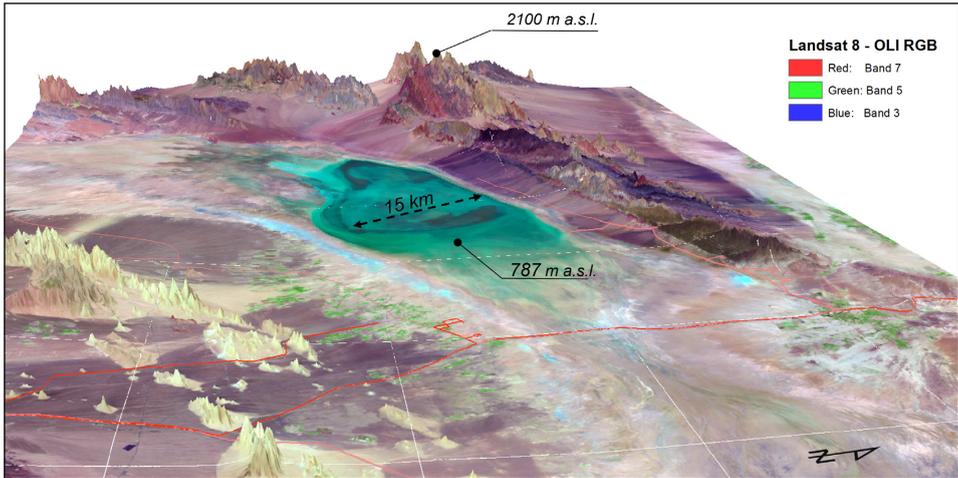
Mit zunehmender Küstenentfernung verringert sich naturgemäß an den hoch aufragenden Gebirgsfronten die Niederschlagsintensität. Dies trifft auch auf die küstennäheren Beckenlandschaften zu. Zusätzlich nimmt der Niederschlagsgradient zum Beckeninneren hin rapide bis zu oft hochariden Verhältnissen ab. In beiden Fällen gewinnen äolische Prozesse gegenüber der durch Wasserverfügbarkeit gesteuerten fluvialen Formung in den Einzugsgebieten und den aktiven Zonen der Schwemmfächer an Kraft. Hier wird Feinmaterial aus den lehmig-sandigen Schwemmebenen ausgeweht und in Sandrampen oder Dünenfeldern abgelagert. In geschützteren oder von Vegetation bestandenen Lagen bilden sich auch Decken aus angewehtem Feinsand und Staub. Dabei lässt sich beobachten, dass das Material in einem steten Wechsel



**Abb. 1:** Die Burganlage bei Damghan wurde im Bereich des Schwemmfächerfußes errichtet und war von ausgedehnten Gartenanlagen umgeben. Am rechten Bildrand ein ca. drei Meter tiefer, episodisch aktiver Kanalverlauf des Schwemmfächers (Foto: © C. Büdel)

von den Flächen gelöst und ins Beckeninnere transportiert wird (fluviale Abspülung und Transport durch Wasser und Regen), um dann wieder durch andauernde kräftige Winde abgetragen (Deflation) und auf die Fußflächen der Gebirge aufgeweht zu werden (Lössakkumulation).

In den in Bajestan und Khor untersuchten Beckensedimenten und Fußflächen-aufschlüssen konnte diese Abfolge genauer untersucht werden. So fanden sich im Verzahnungsbereich zwischen Pedimentfuß und Schwemmebene des Bajestan-Beckens Sedimentlagen, die klare Bodenmerkmale aufwiesen. In der mikromorphologischen Analyse konnte dabei nachgewiesen werden, dass die erhöhten Tonanteile in diesen Lagen nicht auf Tonmineralneubildung oder Tonverlagerung im Zuge einer in situ-Bodenbildung zurückzuführen sind, sondern dass die Tonaggregate bereits durch Transport und Ablagerung an diesen Ort gekommen sein müssen und demnach ein Relikt einer allochthonen Bodenbildung darstellen. Dabei wurden auch teilintakte Tonanreicherungslagen (*Layered clay coating/crust*) gefunden, die nur über relativ kurze Distanzen transportiert worden sein können. Die OSL-Altersbestimmung konnte bislang nur an dieser Stelle des Pedimentfußes erfolgen und erwies sich als problematisch, da die hier angeereicherten Quarzkörner schlechte Lumineszenzeigenschaften aufweisen und lediglich die grobe Schätzung der Ablagerung zwischen dem letztglazialen Maximum und einem vermuteten Seehochstand am Übergang zum Holozän bestätigen konnten (Abb. 2).



**Abb. 2:** Das Bajestan-Becken. In der Landsat 8-Falschfarbendarstellung ist der Bereich des von Süden zur zentralen Playa vorstoßenden, zerschnittenen Pedimentfußes grün hervorgehoben, da die hier ausbeißenden Feinsedimente eine geeignete Grundlage für den Pistazienanbau bieten. (Eigener Entwurf)

In der geomorphologischen Situation der abgeschwemmten Bodenlagen zeigte sich zudem die Zerschneidung des Pedimentfußes mit der Tieferlegung der Schwemmebene um 450 cm. Die Wirksamkeit der hier beteiligten geomorphologischen Prozesse resultiert demnach in einer nur grob bestimmbareren Abtragungsleistung von 0,2–0,5 mm/Jahr. Dies ist eine Rate, die für den Prozess der Deflation im unteren Skalenbereich der zwischen 0,5 und 3 mm/Jahr liegenden Vergleichswerte aus ähnlichen Studien liegt (MEDER 1979; PAIN & OILIER 1995) und die darauf schließen lässt, dass im Laufe des Holozäns auch immer wieder Ruhephasen auftraten, oder dass in Phasen fluvialer Ablagerung das Becken weiträumig aufsedimentiert wurde. Das Phänomen der zerschnittenen Pediment- oder Schwemmfächerfüße konnte in den iranischen Beckenlandschaften regelmäßig beobachtet werden und steht offenbar in Zusammenhang mit dem allgemeinen Rückgang ehemaliger Seespiegel oder mit der Auswehung und Tieferlegung der feinkörnigen Sand- und Schluffschwemmebenen (KRINSLEY 1970; BÜDEL 2020).

Für die nördlicher gelegenen Beckenlandschaften konnten Sedimentationsraten von 0,5–1,3 mm/Jahr im Bereich der Fußflächen von Teheran (ABBASSI & FARBOD 2009) und 0,8–1,3 mm/Jahr auf den Schwemmfächerschürzen von Damghan (BÜDEL 2020) festgestellt werden. Derlei Werte sind immer als „Nettowerte“ zu betrachten. Das bedeutet, dass eventuelle zwischenzeitliche Sedimentabträge, sei es aufgrund von Winderosion oder Abspülung, in diesen Betrachtungen nicht berücksichtigt werden können. Diese können nur in der detaillierten stratigraphischen Aufnahme am jeweiligen Sedimentkörper, kombiniert mit der dichten Abfolge numerischer Altersbestimmungen der Ablagerung, näherungsweise eingegrenzt werden. So sind die Abla-

gerungsraten über den Sedimenten von Tepe Hissar mit 0,87 mm/Jahr (abgeleitet aus SCHMIDT 1937; COSTANTINI & DYSON 1990) geringer als die der jüngsten Schwemmfächerablagerungen im Becken von Damghan, die mit 1,3 bis maximal sogar 5 mm/Jahr geschätzt wurden.

### Schlussbetrachtung

Der vorliegende Beitrag beschreibt den Einfluss der kleinräumigen Wirksamkeit landschaftsbildender Prozesse und der damit verbundenen menschlichen Eingriffe. Die Kartierungen und weiterführenden Untersuchungen zeigen, in welchen Lagen die kombiniert wirkenden Prozesse geeignete Substrate und Bedingungen für die Bildung und den Erhalt nutzbarer Böden ergeben. Mit der Sukzession der Landformen, dem Vordringen von Schwemmfächern- und nutzbaren Schwemmböden in deren Fußbereichen in das Beckeninnere und der entgegenwirkenden Ausbreitung und Wanderung von Deflationssenkens und Dünenfeldern ergaben sich die Muster menschlicher Nutzung, die nicht selten als Abfolgen konzentrischer Nutzareale um einen der austrocknenden Playaseen zu finden sind. Wie genau die Lebensgrundlagen in dieser Gunstzone zwischen den Gerölldecken der hochragenden Gebirgsränder und den Salzkrusten der hochariden Beckenzentren verteilt sind, hing im Verlauf des Holozäns von den lokalen Bedingungen ab. Diese schufen phasenweise – bekannt sind mindestens drei weiträumig bedeutende Dürrephasen um das Mittelholozän während der mittelalterlichen Klima-anomalie und der sog. Kleinen Eiszeit (BÜDEL 2020; KEHL et al. 2023) – Fluß- und Seeterrassen oder Schwemmland, an denen sich Besiedlung und intensivere Landnutzung der vorindustriellen Zeit orientierten konnten. Heute zeigt sich (z. B. bei der Suche nach neuen Lithiumquellen oder nach geeigneten Standorten zur Nutzung erneuerbarer Energien), wie bedeutend das tiefgreifende Verständnis der vor Ort vorzufindenden Stoff- und Energiekreisläufe und der standortspezifischen Georisiken in Abhängigkeit der vorherrschenden Wind- und Wassersysteme ist, was die Bedeutung weiterer kleinräumiger Grundlagenforschung in diesen Bereichen unterstreicht.

### Literatur (alle Links zuletzt geprüft am 01.02.2024)

- ABBASSI, M.R. & Y. FARBOD (2009): Faulting and folding in quaternary deposits of Tehran's piedmont (Iran). In: *Journal of Asian Earth Sciences* 34(4), S. 522–531. doi: 10.1016/j.jseaes.2008.08.001.
- BOBEK, H. (1952): Beiträge zur klima-ökologischen Gliederung Irans. In: *Erdkunde* 6, S. 65–84. Online: <https://www.jstor.org/stable/25635819>.
- BRECKLE, S.-W. & M. D. RAFIQPOOR (2019): *Vegetation und Klima*. Berlin, Heidelberg. Online: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-59899-3>.
- BÜDEL, C. (2020): Quaternary alluvial fan morphodynamics and basin sedimentation in North Iran. 1. Auflage. *Würzburger Geogr. Arbeiten* 123. Würzburg. doi: 10.25972/WUP-978-3-95826-115-0.
- COSTANTINI, L. & R.H. DYSON (1990): The Ancient Agriculture of the Damghan Plain: The Archaeobotanical Evidence from Tepe Hissar. In: *Economy and Settlement in the Near East*.

*Analyses of Ancient Sites and Materials*, edited by N. F. MILLER. Supplement to volume 7. *MASCA Research Papers in Science and Archaeology*. Philadelphia, PA.

- DJAMALI, M. et al. (2011): Application of the Global Bioclimatic Classification to Iran: implications for understanding the modern vegetation and biogeography. In: *ecmed* 37(1), S. 91–114. doi: 10.3406/ECMED.2011.1350.
- EHLERS, E. (1980): Iran. Grundzüge einer geographischen Landeskunde. *WBG Wissenschaftliche Länderkunden* 18. Darmstadt.
- FUCHS, M. & A. LANG (2009): Luminescence dating of hillslope deposits – A review. In: *Geomorphology* 109(1–2), S. 17–26. doi: 10.1016/j.geomorph.2008.08.025.
- KEHL, M. & F. KHORMALI (2018): Paleosols and Past Climate Change. In: ROOZITALAB, M. H., SIDAT, H. & A. FARSHAD (Hg.): *The Soils of Iran*, S. 149–161. doi: 10.1007/978-3-319-69048-3\_8.
- KEHL, M., RAFIEI-ALAVI, B. & H. A. LAHIJANI (2023): Holocene Paleoenvironmental Change and Phases of Drought in the Iranian Highlands. A Review. In: BERNBECK, R., POLLOCK, S. & G. EBERHARDT (Hg.): *Coming to Terms with the Future. Concepts of Resilience for the Study of Early Iranian Societies*. Leiden. *The Iranian Highlands Series* 1, S. 21–38.
- KRINSLEY, D. B. (1970): A geomorphological and paleoclimatological study of the playas of Iran. Final report 1965–1970, Hg. v. Geological Survey (U.S.) und Air Force Cambridge Research Laboratories (U.S.). U.S. Air Force; Geological Survey (U.S.). Bedford, Mass.
- MEDER, O. (1979): Klimatologie und Siedlungsgang auf dem Hochland von Iran in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. *Marburger Geographische Schriften* 80. Marburg.
- PAIN, C. F. & C. D. OILIER (1995): Inversion of relief – a component of landscape evolution. In: *Geomorphology* 12(2), S. 151–165. doi: 10.1016/0169-555X(94)00084-5.
- ROOZITALAB, M. H., SIDAT, H. & A. FARSHAD (Hg., 2018): *The Soils of Iran*. Online: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-69048-3>.
- SCHMIDT, E. F. (1937): *Excavations at Tepe Hissar, Damghan*. Philadelphia (= *Publication of the Iranian Section of the University Museum*).
- STOOPS, G., MARCELINO, V. & F. MEES (Hg., 2018): Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. doi: 10.1016/C2009-0-18081-9.
- VAN ZEIST, W. & S. BOTTEMA (1991): Late Quaternary Vegetation of the Near East. *Tübinger Atlas des Vorderen Orients*, Beihefte Reihe A, Nr. 18.
- VERRECCHIA, E. P. & L. TROMBINO (2021): *A Visual Atlas for Soil Micromorphologists*. New-York. doi: 10.1007/978-3-030-67806-7.

### **Autor**

Dr. Christian Büdel

Akademischer Rat am Lehrstuhl für Geomorphologie

Institut für Geomorphologie und Geologie der Julius-Maximilians-Universität

Am Hubland

97074 Würzburg

E-Mail: christian.buedel@uni-wuerzburg.de

MÜLLER, JAN MARCO

## Wissenschaftsdiplomatie: Eine Domäne für die Geographie?<sup>1</sup>

In den vergangenen 10 bis 15 Jahren hat sich die Wissenschaftsdiplomatie als ein eigenständiges Feld in Forschung und Praxis entwickelt. Der Begriff selbst ist dabei offen für Interpretationen, da es keine allgemein akzeptierte Definition gibt. Im Folgenden soll Wissenschaftsdiplomatie definiert werden als die *direkte oder indirekte Nutzung von Wissenschaft, wissenschaftlicher Evidenz und wissenschaftlicher Kooperation zur Unterstützung diplomatischer Ziele*. Diplomatische Ziele können dabei sehr unterschiedlicher Natur sein. Es kann sich um globale Ziele handeln, etwa die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen, gemeinsame Ziele einer Gruppe von Ländern (z. B. EU, G7, NATO), etwa die Verfolgung gemeinsamer Handels- oder Sicherheitsinteressen, oder nationale Interessen wie etwa die Förderung der eigenen Sprache und Kultur im Ausland.

In der Literatur werden auf der Grundlage eines Reports der britischen Royal Society und der American Association for the Advancement of Science gemeinhin drei Säulen der Wissenschaftsdiplomatie unterschieden (THE ROYAL SOCIETY / AAAS 2010):

- *Diplomatie für die Wissenschaft*, d. h. die Nutzung der Diplomatie zur Förderung internationaler wissenschaftlicher Zusammenarbeit, etwa durch die Vereinbarung internationaler Forschungsabkommen;
- *Wissenschaft für die Diplomatie*, d. h. die indirekte Nutzung von Wissenschaftskooperationen zur diplomatischen Vertrauensbildung, etwa am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf, wo Deutschland und Israel erstmals nach dem Holocaust kooperierten, oder am Teilchenbeschleuniger SESAME in Jordanien, der von sonst verfeindeten Ländern der Region gemeinsam finanziert wird;
- *Wissenschaft in der Diplomatie*, d. h. die direkte Nutzung der Wissenschaft zur Information und Beratung auswärtiger Politik, etwa durch den Weltklimarat IPCC.

Vor dem Hintergrund der aktuellen geopolitischen Entwicklungen ist man geneigt, dieser Liste auch noch *Diplomatie in der Wissenschaft* hinzuzufügen, d. h. die Nutzung diplomatischer Instrumente in der Wissenschaft, wie etwa Sanktionen gegen russische Forschungsorganisationen. Insbesondere in den letzten Jahren ist dabei ein Paradigmenwechsel zu beobachten, weg von einer eher „romantischen“ Betrachtung der Wissenschaftsdiplomatie als Instrument zum Überwinden von Grenzen hin zu einer eher realpolitischen Betrachtungsweise, die die Wissenschaftsdiplomatie auch als ein Instrument im globalen Technologiewettstreit sieht.

Auch wenn der Begriff der Wissenschaftsdiplomatie erst seit zwei Jahrzehnten verwendet wird, so existieren Aktivitäten, die man unter diesen Begriff fassen könnte, schon seit Anbeginn der Wissenschaft. Das vielleicht erste Mal, bei dem Wissenschaft

---

<sup>1</sup> Die in dieser Zusammenfassung vertretenen Meinungen sind die des Autors und stellen nicht notwendigerweise die Position der Europäischen Kommission dar.

in der Neuzeit als integraler Bestandteil einer außenpolitischen Strategie eingesetzt wurde, war der Ägyptenfeldzug Napoleons 1798, in dessen Schlepptau sich eine Hundertschaft französischer Ägyptologen befand. Diesem Feldzug verdanken wir u. a. die Entdeckung des Steins von Rosetta 1799, der wiederum zur Entzifferung der Hieroglyphen durch Champollion führte.

Der erste Wissenschaftsdiplomate moderner Prägung war, wie könnte es anders sein, Alexander von Humboldt, der Zeit seines Lebens den Kontakt zu den Mächtigen suchte – dies nicht nur in der Hoffnung auf eine Finanzierung seiner Forschungen, sondern auch in dem Bestreben, Politik durch wissenschaftliche Fakten zu informieren. So besuchte von Humboldt 1804 auf der Rückkehr von seiner Reise durch die Äquinoktialgegenden des neuen Kontinents US-Präsident Thomas Jefferson in Washington, um ihn u. a. für die Idee des Baus eines Kanals durch den Isthmus von Panama zu begeistern. Von Jefferson ist ein Brief an von Humboldt aus dem Jahr 1815 überliefert, in dem er mit Blick auf die Unabhängigkeit lateinamerikanischer Staaten schreibt: *„I think it most fortunate that your travels in those countries were so timed as to make them known to the world in the moment they were about to become actors on its stage. [...] In truth we have little knowledge of them to depend on, but through you“* (DE TERRA 1959).

Natürlich ist dieser kurze historische Abriss nicht vollständig, ohne auch die dunklen Kapitel der Wissenschaftsdiplomatie zu erwähnen, so etwa die gemeinsame Beteiligung von Wissenschaft und Diplomatie an den Verbrechen der Kolonialzeit – deutsche Völkerkundemuseen sind voll von Artefakten fragwürdiger Provenienz. Diese Entwicklungen gipfelten in den Verbrechen des Nationalsozialismus, deren Blut- und Bodenideologie auch von der Geographie aktiv unterstützt wurde. Als Stunde Null der modernen Wissenschaftsdiplomatie kann man den Abwurf der Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki 1945 werten, als klar wurde, dass die wissenschaftliche Forschung Waffen geschaffen hatte, deren Gefahren nur durch diplomatisches Handeln eingehegt werden können.

In den Folgejahren wurde die Wissenschaft ein Treiber der europäischen Integration, abzulesen etwa an der Gründung gemeinsamer europäischer Forschungsinfrastrukturen wie dem CERN 1954 (Abb. 1), dem EURATOM-Forschungszentrum JRC 1957 (heute wissenschaftlicher Dienst der EU-Kommission) und der Europäischen Südsternwarte 1962 sowie der Begründung des COST-Programms in den 1960er Jahren als Vorläufer der Europäischen Forschungsrahmenprogramme.

In den vergangenen 15 Jahren hat die Wissenschaftsdiplomatie einen weltweiten Boom erlebt, ablesbar an der steigenden Zahl an Publikationen, Positionspapieren, Netzwerken und Forschungsprojekten. Der Begriff „Science Diplomacy“ findet sich inzwischen auf den Organigrammen vieler Forschungs- und Außenministerien. Rund ein Drittel der EU-Mitgliedstaaten, darunter seit 2020 auch Deutschland, hat eine nationale Strategie für Wissenschaftsdiplomatie. 2021 erfolgte als Resultat dreier europäischer Forschungsprojekte die Gründung der EU Science Diplomacy Alliance ([www.science-diplomacy.eu](http://www.science-diplomacy.eu)) als zentralem Wissenschaftsnetzwerk.



Abb. 1: Die Wissenschaft betritt zunehmend das diplomatische Parkett (Quelle: CERN, [https://cds.cern.ch/record/1505238/files/P1010149-2\\_image.jpg?subformat=](https://cds.cern.ch/record/1505238/files/P1010149-2_image.jpg?subformat=))

Trotz aller dieser Bemühungen fehlt es der Wissenschaftsdiplomatie in Europa nach wie vor an Koordinierung und einem zielgerichteten europäischen Ansatz, während globale Wettbewerber in Zeiten schneller geopolitischer und wissenschaftlich-technischer Veränderungen strategisch in Wissenschaftsdiplomatie investieren. Folgerichtig spricht sich der 2021 beschlossene Globale Ansatz für Forschung und Innovation – die Strategie der EU für die internationale Wissenschaftskooperation – dafür aus, Wissenschaftsdiplomatie zur Verfolgung europäischer Interessen und dem Verteidigen europäischer Werte zu nutzen. Der Europäische Rat beschloss im gleichen Jahr, die EU-Kommission und den Europäischen Auswärtigen Dienst mit der Erarbeitung eines Europäischen Rahmens für Wissenschaftsdiplomatie zu beauftragen. Dieser Rahmen wird derzeit entwickelt und fußt auf vier Säulen:

- Strategische Nutzung der Wissenschaftsdiplomatie, um geopolitischen Herausforderungen in einer fragmentierten, multipolaren Welt zu begegnen;
- Stärkung der strategischen Orientierung, Effektivität und Resilienz der europäischen Diplomatie durch wissenschaftliche Evidenz und Vorausschau;
- Ausbau der Wissenschaftsdiplomatie in Botschaften und Delegationen und des globalen Engagements der EU-Wissenschaftsdiplomatie;
- Training und Aufbau von Kapazitäten für die Europäische Wissenschaftsdiplomatie.

Es stellt sich die Frage, warum die Wissenschaftsdiplomatie in den vergangenen Jahren so populär geworden ist – und warum dies eine Chance für die Geographie eröffnet. Folgende Aspekte sind insbesondere zu nennen:

- Die globalen Herausforderungen, die mit dem Übergang der Erde in das Anthropozän verbunden sind und zu einem zunehmenden Erreichen bzw. Überschreiten planetarer Grenzen führen. Diese Herausforderungen sind durch eine zunehmende Komplexität und Interdependenz gekennzeichnet, die interdisziplinäre und systemisch orientierte wissenschaftliche Expertise erfordern.
- Der steigende politische, militärische und wirtschaftliche Druck auf die globale Allmende – etwa die Ozeane, die Arktis oder den Erdorbit. Diese Räume wurden in der Vergangenheit *de facto* von der Wissenschaft gemanagt, die nach wie vor über die größte Sachkompetenz verfügt.
- Die Geschwindigkeit der digitalen Transformation, die die Machtbalance in der Welt beeinflusst. Dies führt zu einem technologischen Wettrennen zwischen den Weltmächten in Bereichen wie der Künstlichen Intelligenz oder Quantencomputern, aber auch der Biotechnologien (z. B. Geneditierung), verbunden mit der Frage technologischer Souveränität. Die geopolitische Dimension von Impfstoffen, abzulesen an der „Impfstoffdiplomatie“ während der COVID-19-Pandemie, ist noch allen gegenwärtig.
- Die Fragmentierung und Polarisierung der Gesellschaft, aber auch der internationalen Beziehungen, befördert durch die von digitalen sozialen Medien projizierten „alternativen Fakten“ (früher als Lügen bezeichnet), die westliche Demokratien und den regelbasierten Multilateralismus unterminieren, mit zum Teil dramatischen Konsequenzen (z. B. Brexit).
- Der sich vollziehende Wandel der Wissenschaft, die sich zur Gesellschaft öffnet (Stichwort: Open Science) und dabei selbst zu einem diplomatischen Akteur wird (Abb. 1). Ein Beispiel ist die Schaffung von Institutionen wie dem International Science Council als globaler Stimme der Wissenschaft.

Diese Entwicklungen eröffnen eine Chance für die Geographie, ist sie doch der Diplomatie wesensverwandter als die meisten anderen Disziplinen, da sich beide mit demselben Objekt beschäftigen: dem Planeten Erde mit seinen Natur- und Kulturräumen und den damit verbundenen Prozessen und Konflikten. Die Geographie ist in der Diplomatie allgegenwärtig. Ein Beispiel ist der 2011 eingerichtete Europäische Auswärtige Dienst, der mit seinen 4300 Beschäftigten und 143 EU-Vertretungen in aller Welt das Ziel einer stärkeren Kohärenz und Kooperation in der EU-Außenpolitik verfolgt und dem der Verfasser dieser Zeilen 2020–2022 als erster Wissenschafts- und Technologieberater diente.

Warum wurde ein Geograph für diese Position ausgewählt? Sicher nicht, weil ein Geograph weiß, dass die Hauptstadt von Burkina Faso Ouagadougou heißt (auch wenn dieses Wissen in einem diplomatischen Dienst von Vorteil ist). Ausschlagge-



**Abb. 2:** Der EU-Außenbeauftragte Josep Borrell (li) und der damalige griechische Außenminister Nikos Dendias (re) beim Studieren einer thematischen Karte während eines Erkundungsfluges über der Ägäis (Quelle: © Europäische Kommission, Online: <https://arab.news/76gj4>)

bend war vielmehr, dass es zu den zentralen Aufgaben gehört, strategische Analysen zu wissenschaftsbezogenen Themen aus den Natur- und Geisteswissenschaften in Bezug auf ihre räumliche und geopolitische Dimension bereitzustellen, oft verbunden mit der Erstellung thematischer Karten, die längst zu unentbehrlichen Hilfsmitteln im wissenschaftsdiplomatischen Diskurs geworden sind (Abb. 2). Hinzu kommt die Kontaktherstellung zu geeigneten Expertinnen und Experten, oft auch aus der Geographie, sowie der „Faktencheck“ von Referententwürfen. Nicht zuletzt besteht eine wesentliche Aufgabe in der Vermittlung wissenschaftlicher Sachverhalte sowohl in der Öffentlichkeitsarbeit als auch in der diplomatischen Ausbildung.

In der Tat kann die Geographie Daten und Analysen zu vielfältigen diplomatisch relevanten Themen liefern, zu Umweltproblemen, zu Migrationsbewegungen, der Bewältigung von Naturkatastrophen bis hin zu territorialen Konflikten. Gerade die Entschärfung grenzüberschreitender räumlicher Konflikte gehört zu einer der Kernaufgaben der Diplomatie – und diese sind wiederum eine der Kernkompetenzen der Geographie.

Um ihre Relevanz für die Diplomatie zu erhöhen, muss sich die Geographie jedoch einer Reihe von Fragen stellen:

- Wie können wir dafür sorgen, dass geographisches Fachwissen die diplomatischen Entscheidungsträger erreicht?
- Wie können die wissenschaftlichen Beratungsmechanismen der Außenpolitik mithilfe geographischer Expertise ausgebaut werden?

- Welchen Beitrag kann die Geographie leisten, um internationale Organisationen fit zu machen für die systemischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts?
- Welche Rolle sollte die Wissenschaft in Botschaften und internationalen Vertretungen spielen und was kann die Geographie hierzu beitragen?
- Was kann die Geographie tun, um das Training von Diplomatinen und Diplomaten zu verbessern?
- Wie können Karrieren von Geographinnen und Geographen im Schnittfeld von Wissenschaft und Diplomatie gefördert werden?

Zu guter Letzt kann nicht oft genug daran erinnert werden, dass Geographinnen und Geographen im Rahmen ihrer internationalen Kooperationen und Feldforschungen dorthin gehen, wo Diplomatinen und Diplomaten nicht oder nur schwer hingehen können, sei es im Iran, in Nordkorea oder in Myanmar. Hierdurch bietet sich die Geographie nicht nur als „soft power“ an, sondern leistet auch einen wichtigen Beitrag zur Völkerverständigung.

Laut ihrer Satzung ist der Hauptzweck der Marburger Geographischen Gesellschaft „die Förderung der geographischen Wissenschaft und die Verbreitung geographischer Kenntnisse, unter besonderer Berücksichtigung der geographischen Landeskunde“. Auch sie ist damit ein Instrument der Wissenschaftsdiplomatie.

## Literatur

DE TERRA, H. (1959): Alexander von Humboldt's Correspondence with Jefferson, Madison, and Gallatin. In: *Proceedings of the American Philosophical Society* 103, no. 6: 793.

THE ROYAL SOCIETY / AAAS (2010): New frontiers in science diplomacy – Navigating the changing balance of power. Online: [https://www.aaas.org/sites/default/files/New\\_Frontiers.pdf](https://www.aaas.org/sites/default/files/New_Frontiers.pdf).

## Autor

Dr. Jan Marco Müller  
 Europäische Kommission  
 Generaldirektion Forschung und Innovation  
 Square Frère-Orban 8  
 B-1049 Brüssel, Belgien  
 E-Mail: [jan-marco.mueller@ec.europa.eu](mailto:jan-marco.mueller@ec.europa.eu)

## Der spätantike Klimawandel und das Ende des Weströmischen Reichs<sup>1</sup>

### Vorbemerkung

In der Weltgeschichte gab es einige Großreiche, deren Territorien sich auf mehrere Kontinente erstreckten: Man denke an das britische Weltreich, das Alexanderreich, die chinesischen Kaiserreiche, um nur einige zu erwähnen. Das Römische Reich spielt diesbezüglich eine besondere Rolle, umfasste es doch vor ca. 2000 Jahren Provinzen auf drei Kontinenten rund um das Mittelmeer. Je nach Darstellung existierte dieses Reich von 753 v. Chr. bis 476 n. Chr. oder gar bis 1453 (Fall Konstantinopels), wobei es bis ins 8. vorchristliche Jahrhundert nicht mehr war als ein Kleinkönigreich in der Mitte Italiens, eigentlich unbedeutend gegenüber den Etruskern, den Karthagern und den griechischen Städten. Großmacht wurde Rom erst ab dem 3. Jh. v. Chr., wobei das Imperium Romanum eine ständige Erweiterung bis zur größten Ausdehnung im zweiten nachchristlichen Jahrhundert erfuhr, bevor es 395 n. Chr. in ein Westrom und ein Ostrom – fiktiv weiterhin eine Einheit – geteilt wurde. 81 Jahre nach der Teilung wurde der letzte Kaiser Romulus Augustulus abgesetzt, was de facto das Ende des Weströmischen Reichs bedeutete. In den dreieinhalb Jahrhunderten danach folgten eine Reihe von Verheerungen und Fremdherrschaften, bis im Jahre 800 Karl der Große in Rom zum römischen Kaiser gekrönt wurde.

### Erklärungsansätze

Es gibt in der historischen Literatur eine Vielzahl von Erklärungen für den Aufstieg, mehr noch für den Untergang des Weströmischen Reichs. Dekadenz und Machtgier wurden schon in der Antike als Gründe für den Niedergang genannt, gepaart mit Gottlosigkeit, mangelnder Disziplin und sündhaftem Lebenswandel, was die Strafe Gottes zur Folge hatte, wie es christliche Geistliche im 5. und 6. Jh. formulierten. Demgegenüber betonen Wirtschaftshistoriker, dass Arbeitskräftemangel, die fehlende Zufuhr von Sklaven ohne weitere Eroberungen und militärische Erfolge sowie Teuerung und Inflation den Niedergang verursachten. Korruption in Staat und Verwaltung sowie Usurpationen des Kaisertitels durch Familienverbände und einzelne Heerführer („Soldatenkaiser“) zeigten Verwerfungen in der römischen Gesellschaft, die im Zerfall des Weströmischen Reichs Ende des 4. Jhs. gipfelten.

Lange Zeit wurden weitere Faktoren, die Aufstieg und Fall des Römischen Reichs begleiteten, wenig bis gar nicht zur Kenntnis genommen oder auch nur in Erwägung gezogen. Philologie, Ikonografie, Numismatik und Archäologie bestimmten die Forschung, nicht aber die Naturwissenschaften wie Biologie, Medizin oder Klimatologie. Erst in den 1970er Jahren begann der Klimatologe LAMB (1989), auch die Umwelt, und hier namentlich das Klima, mit in die Begründungszusammenhänge historischer

---

<sup>1</sup> Veränderte Nachbereitung des Vortrags vom 24. Oktober 2023

Veränderungen einzubeziehen. Mittlerweile gibt es eine größere Anzahl von Publikationen, in denen der Klimawandel und historische Entwicklungen in Beziehung gebracht werden.

### Das Klima als Einflussfaktor

Das Klima bzw. dessen Wandel vom 4. bis zum 7. Jh. wird erst spät in die Argumentation eingefügt. HARPER (2022) schreibt dazu: „Geschichtlicher Umbruch vollzieht sich weder plötzlich, noch verläuft er in ordentlichen Bahnen. Die zweifache Katastrophe der Seuche und der Eiszeit brachte das Römische Reich nicht mit einem einzigen Schlag zum Einsturz, ja sie brachte nicht einmal das Regime Justinians ernstlich ins Wanken, denn der Kaiser behielt das Steuer des Staates bis an das bittere Ende seines Lebens in der Hand. Doch die Verschlechterung der Umwelt schwächte die Vitalität des Imperiums, und langfristig überwogen die Kräfte der Zersetzung. Irgendwann in der zweiten Hälfte des sechsten und den ersten Jahren des siebten Jahrhunderts, zu Lebzeiten von Johannes dem Almosengeber, gelangte das Reich an eine entscheidende Wende.“

Das Klima hat sich in der Erdgeschichte mehrfach verändert. Ursachen hierfür können Sonnenaktivitäten, Änderung der Planetenbahn oder Vulkanismus sein, um einige zu nennen. Auch die Veränderung der Zusammensetzung der Atmosphäre kann eine Rolle spielen, ebenso wie der Mensch, der die aktuellen Klimaveränderungen maßgeblich mitverursacht (weshalb der niederländische Chemiker und Atmosphärenforscher CRUTZEN (2019) den Begriff des Anthropozäns eingeführt hat). Vor 500 Millionen Jahren war es in unseren Breiten nachweislich um 14 Grad wärmer als heute (vgl. Abb. 1). Während der Eiszeiten (Pleistozän) sanken die Durchschnittstemperaturen dann teilweise deutlich unter das heutige Niveau. Seit dem Ende der letzten Eiszeit vor rd. 12.000 Jahren befinden wir uns im Zeitalter des Holozäns, einer Warmzeit, die jedoch durch mehrere Klimaschwankungen bis hin zur sog. „Kleinen Eiszeit“ vom 15. bis 17. Jh. gekennzeichnet ist.

Mit dem Holozän leben die Menschen in einer Warmzeit, in der sich Sesshaftigkeit, Ackerbau und Viehzucht, dann Städtebau und Staaten entwickelt haben, wenn es die Zustände möglich oder notwendig machten. Dabei kann der Eindruck entstehen, dass

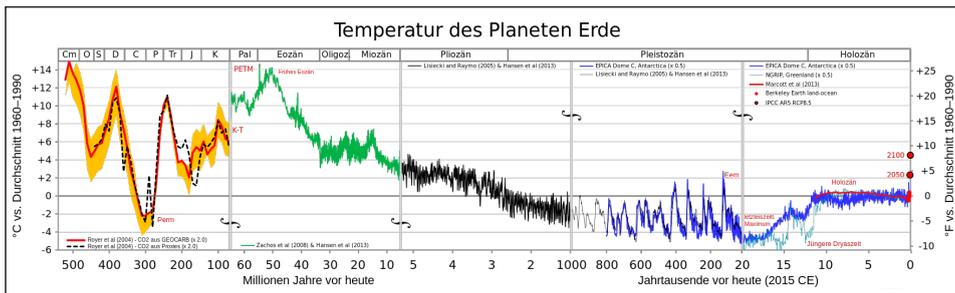


Abb. 1: Die Temperatur der Erde in den letzten 500 Millionen Jahren (Quelle: User:Glen Fergus, User:hg6996, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:All\\_palaetotemps\\_G2.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:All_palaetotemps_G2.svg), CC BY-SA 3.0)

sich bestimmte Kulturen unter dem Einfluss von günstigen klimatischen Bedingungen entfalten konnten (zum Beispiel bei der Gründung der verschiedenen Hochkulturen in Ägypten, Mesopotamien oder Indien um und nach 3000 v. Chr., als es in diesen Regionen warm war), während um 1200 v. Chr. in einer Phase der Klimaverschlechterung ganze Zivilisationen „verschwanden“. Am Beispiel Roms lässt sich aufzeigen, dass die klassische römische Geschichte zwar in einer Kältephase begann, der Aufstieg zur Groß- oder Weltmacht aber in einer Warmzeit stattfand, die gelegentlich auch als „Römische Wärmephase“ bezeichnet wird. Der Niedergang wird dann wieder durch eine Kälteperiode begleitet.

### Auswirkungen des Klimas auf die römische Geschichte

In der Klimageschichte des Mittelmeerraums lassen sich mit Blick auf die römische Geschichte vom Ende des 3. Jhs. v. Chr. bis zum beginnenden 7. nachchristlichen Jahrhundert in Anlehnung an HARPER (2022, eBook-Ausgabe Position 487) drei Phasen bestimmen (vgl. auch Abb. 2). Er unterscheidet:

- Römisches Klimaoptimum (Römische Wärmephase): ca. 200 v.–150 n. Chr.
- Römische Übergangsperiode: ca. 150–450 n. Chr.
- Spätantike Kleine Eiszeit (Frühmittelalterliche Kältephase): ca. 450–700 n. Chr.

### Römisches Klimaoptimum

In der ersten Phase lässt sich auf der Grundlage der empirischen Befunde ein Warmklima mit ausreichender Feuchtigkeit feststellen, was durch mehrere literarische Quellen bestätigt wird. Die klimatischen Bedingungen ermöglichten einen vermehrten Ackerbau, der eine wachsende Bevölkerung gut ernähren konnte. Dieses Klima lässt sich für Europa, den Mittleren Osten und Ostasien nachweisen, und so scheint es

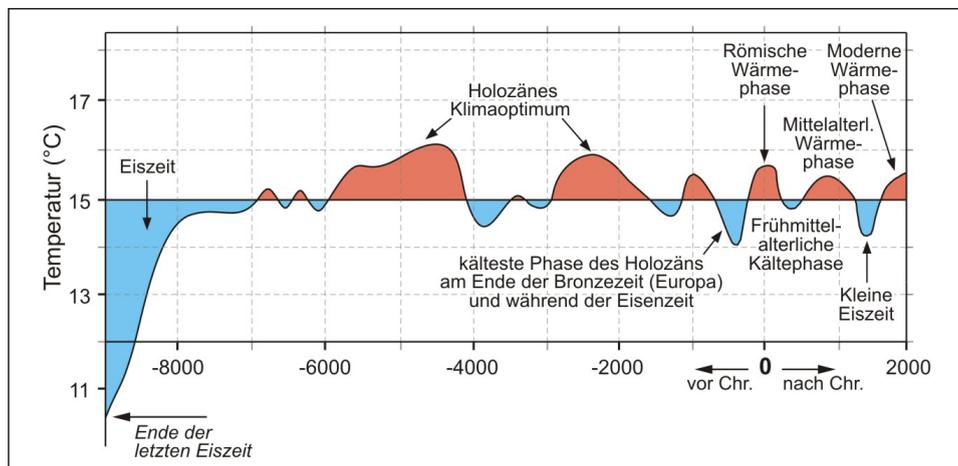


Abb. 2: Der Klimawandel seit der letzten Eiszeit (Quelle: ROTH 2018, nach SCHÖNWIESE 1995)

kein Zufall zu sein, dass sich mehrere Großreiche herausbildeten, die für einen längeren Zeitraum eine relative Stabilität aufwiesen.

Das Römische Klimaoptimum allein erklärt indessen nicht den Aufstieg zur mediterranen Großmacht seit dem 3. vorchristlichen Jahrhundert. Die militärische Stärke Roms lässt sich in erster Linie mit dem nachweisbaren Bevölkerungswachstum erklären. Sie bildete die entscheidende Grundlage, um die verschiedenen Konkurrenzreiche zwischen 300 und 27 v. Chr. zu besiegen.

Nach der Eroberung Nordafrikas und dem Sieg über Ägypten sowie der anschließenden Neuordnung der Verwaltungseinheiten (Provinzialisierung) hatte die römische Zentralgewalt Zugriffsmöglichkeiten auf Getreidelieferungen nach Rom und Italien, die wesentliche Grundlagen für die Befriedung der Ansprüche der Armen in Rom mit dem Programm *panem et circensem* („Brot und Spiele“) waren. Gute Erträge in der römischen Landwirtschaft des 1. und 2. Jhs. setzten Ressourcen frei, die (im Interesse der Oberschicht) auch einen Fernhandel bis nach China möglich machten – bei gleichzeitiger Erschließung des Gesamtreiches mit einer einzigartigen Straßen- und Wasserleitungsinfrastruktur. Unter Kaiser Trajan (53–117 n. Chr.) erreichte das Römische Reich seine größte Ausdehnung (Abb. 3; vgl. auch die GIF-Animation zum

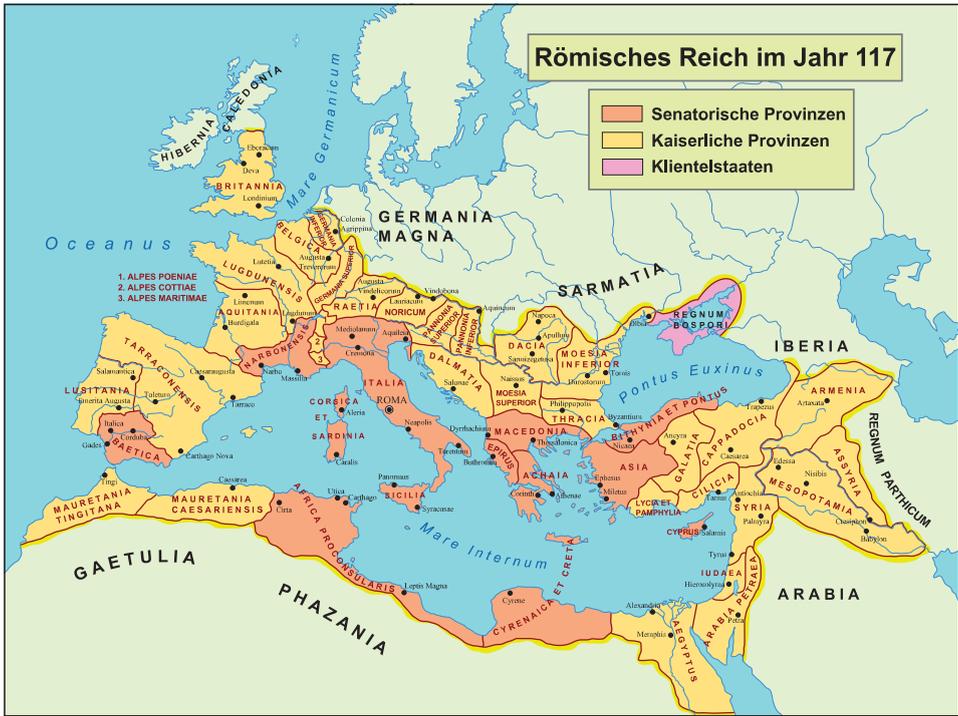


Abb. 3: Das Römische Reich in seiner größten Ausdehnung 117 n. Chr. (Quelle: Furfur, German localization of the original Image:RomanEmpire 117.svg, made by Andrei nacu, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RomanEmpire\\_117\\_de.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RomanEmpire_117_de.svg), CC BY-SA 3.0)

Aufstieg und Niedergang der Territorien des Römischen Reichs der Jahre 510 v. Chr. bis 530 n. Chr. in mehreren Zeitschritten. Online ist sie unter <[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Roman\\_Republic\\_Empire\\_map.gif](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Roman_Republic_Empire_map.gif)> bzw. <[https://de.wikipedia.org/wiki/Römisches\\_Reich](https://de.wikipedia.org/wiki/Römisches_Reich)> abrufbar).

### **Römische Übergangsperiode**

In der zweiten Phase verschlechterten sich die klimatischen Bedingungen durch Unregelmäßigkeiten und damit Unkalkulierbarkeiten beim Wetter. Zu viel oder fehlender Regen, Dürren und ungewohnte Kälte führten häufig zu Ernteausfällen und Versorgungsgespässen. Hinzu kamen im 2. Jh. mehrere Epidemien (z. B. die aus China eingeschleppte Pest), die einen rapiden Bevölkerungsrückgang bewirkten und die sich gleichermaßen in den Städten, in der gewerblichen Produktion und bei der Rekrutierung der Legionen auswirkte.

Dass mit dem Ausbleiben militärischer Erfolge und auch mit dem Ende der territorialen Expansion die Zufuhr von „preisgünstigen“ Sklaven ausblieb, verschärfte die Krise. Und gleichzeitig „versagte die Politik“. Nach den ruhigen Entwicklungen in den Zeiten des Adoptivkaisertums bis 180 n. Chr. wurde persönlicher Ehrgeiz anstelle des Wohls der gemeinsamen Sache (*res publica*) für nahezu 100 Jahre zum Kennzeichen des Machtinteresses.

Doch diese Krise konnte abgewendet werden. Nach 284 unter den Kaisern Diocletian, Konstantin und vor allem Theodosius erholten sich der römische Staat und die Gesellschaft, wobei nicht zuletzt auch die eher günstigen klimatischen Verhältnisse während des ausgehenden römischen Klimaoptimums ihren Anteil hatten.

### **Spätantike Kleine Eiszeit**

In der dritten Phase, hier als „Spätantike Kleine Eiszeit“ bezeichnet, verschlechterte sich die Gesamtlage erneut. Es wurde kühler und vor allem trockener. Regional bedeutete dies, dass es z. B. im Norden Europas kälter wurde, während in Nordafrika und im Nahen Osten verheerende Dürren herrschten. China litt zur gleichen Zeit unter extremer Trockenheit bei gleichzeitiger bitterer Kälte.

Die klimatologischen Befunde werden durch viele zeitgenössische Beschreibungen bestätigt. Aus ihnen geht hervor, dass besondere Wetterereignisse mit „Erstaunen und Erschrecken“ wahrgenommen wurden. Aus der Kombination dieser Beschreibungen mit Verzeichnissen über Lebensmittellieferungen oder auch aus Volkszählungen lassen sich die klimabedingten Veränderungen nachvollziehen. In den zeitgenössischen Quellen werden Kälteeinbrüche, Überschwemmungen, Missernten und anschließende Hungersnöte ebenso beschrieben wie die zuvor schon erwähnten Seuchenzüge.

Das bedeutete, dass vor allem Getreidelieferungen aus Nordafrika nicht mehr nach Rom gelangten und/oder dass auch die Menschen selbst in Nordafrika Hunger litten. Weitere Folgen waren die nachweisbaren Binnenwanderungen in Süditalien

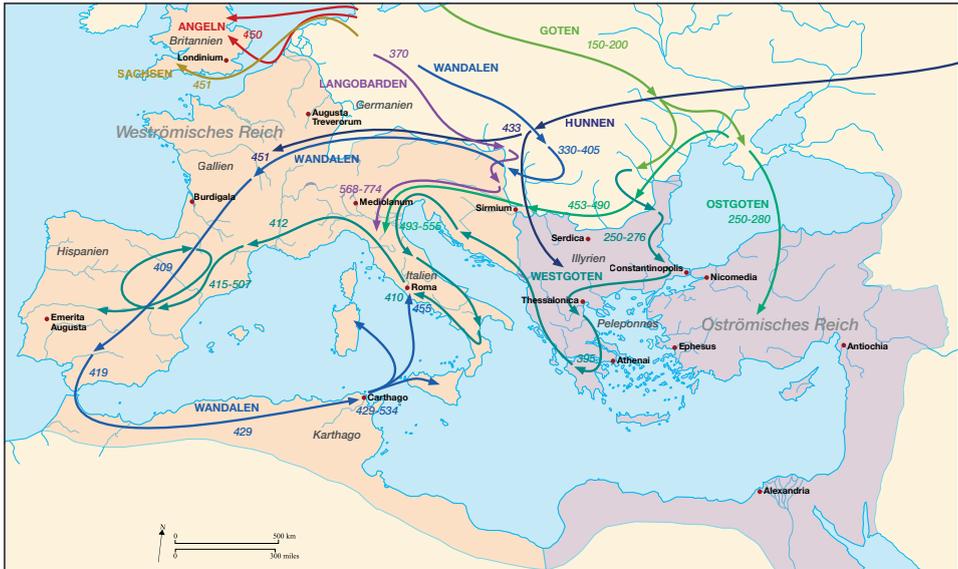


Abb. 4: Schematische Darstellung der Völkerwanderung in Europa (Quelle: Novarte, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Late\\_Roman\\_Migration\\_Period\\_deutsch.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Late_Roman_Migration_Period_deutsch.svg), CC BY-SA 4.0)

aus den Bergen an die Küsten. Fernmigrationen sind von Nordosteuropa Richtung Südosteuropa und Südeuropa zu beobachten (Abb. 4). Insgesamt begann eine Zeit extremer Unsicherheit bei gleichzeitiger Unfähigkeit von Herrschaft, Staat und Verwaltung, dies vor allem im westlichen Teil des Römischen Reichs, das auch stärker als der östliche Teil in die Verwerfungen, Raubzüge und Okkupationen der Völkerwanderungszeit einbezogen war.

### Das Ende des Weströmischen Reichs

Die Plünderung Roms durch die Goten im Jahre 410 bedeutet die erste Einnahme der Stadt seit dem Einfall der Gallier rund 800 Jahre zuvor. Sie ist der Beginn eines inneren Machtzerfalls, der durch eine zunehmende Skepsis von Teilen der Elite gegen die *Verchristlichung* des Reiches noch verstärkt wird. Spätestens um die Mitte des 5. Jhs. sind die eigentlichen Machthaber im Reich die Militärs. Im August 475 stürzt Orestes, der *magister militum* (Heermeister bzw. Oberbefehlshaber), den weströmischen Kaiser Julius Nepos, der in die Provinz Dalmatia flieht und dort als letzter offizieller Kaiser Westroms bis zu seinem Tod im Jahre 480 regiert. Am 31. Oktober 475 erhebt Orestes seinen gerade erst neun Jahre alten Sohn Romulus Augustus zum Kaiser, der später als „Augustulus“ (= „Kaiserlein“) in die Geschichte eingeht. Aber die Verhältnisse bleiben instabil. Als im Heer ein Streit um den Sold ausbricht, zettelt der germanische Heerführer Odoaker eine Rebellion an. Orestes wird im Kampf getötet, der Kaiser wird verbannt, die Kaiserinsignien nach Ostrom übersandt mit der Bemerkung, man brauche in Italien keinen eigenen *Augustus* mehr (Abb. 5).



Abb. 5: Kaiser Romulus Augustulus legt 476 vor dem Söldnerführer Odoaker seine Insignien ab (Historisierende Darstellung) (Quelle: KULKE 2015)

Mit der Absetzung des von Ostrom nicht anerkannten Romulus Augustulus als Kaiser endet die Geschichte Westroms als Imperium Romanum. Odoaker übernimmt 476 als König von Italien (*rex Italiae*) die Macht. Ihm folgen als Herrscher zeitweilig der oströmische König Theoderich der Große, später dann Kaiser Justinian I., der in der ersten Hälfte des 6. Jhs. noch einmal ein einheitliches Römisches Reich wiederherstellt. Weitere von Germanen dominierte Herrschaften folgen, bis im Jahre 800 mit Karl dem Großen ein Frankenkönig als römischer Kaiser gekrönt wird, wenn auch mit einem Herrschaftsgebiet mit anderen Grenzen, aber doch als Großmacht. Westrom als Imperium Romanum existiert nicht mehr; es ist das Ende einer Geschichte, aber kein Untergang.

Der Klimawandel und die damit sich verändernde Umwelt erklären einen Teilaspekt des Niedergangs ebenso wie die Tatsache, dass Menschengruppen u. a. wegen der sich verschlechternden klimatischen Bedingungen aus dem europäischen Norden oder aus Südosteuropa sich nach Süden wandten, erst mit Raubzügen, dann in ganzen Gruppen. Es ist der Prozess, der geläufig als germanische Völkerwanderung bezeichnet wird. Westgoten und Vandalen durchzogen die Westprovinzen des Römischen Reichs. Sie siedelten in Hispania und in Nordafrika, Burgunder blieben in Savoyen, Franken am Niederrhein und Alemannen am Oberrhein. Das Imperium Romanum (Westrom) hatte alldem nach den vielen Krisen nichts mehr entgegenzusetzen, und die Bürger in den Provinzen konnten – wenn auch bescheidener – auch unter den vormaligen Barbaren leben.

## Literatur

- BEHRINGER, W. (6. Aufl. 2017): Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung. München.
- CRUTZEN, P.J. (2019): Das Anthropozän. München.
- FRANKOPAN, P. (2023): Zwischen Erde und Himmel. Klima – Eine Menschheitsgeschichte. Reinbek.
- GEROLD, G. (2021): Klimawandel und der Untergang von Hochkulturen – Was lehrt uns die Geschichte? Wiesbaden.
- GERSTE, R.D. (2015): Wie das Wetter Geschichte macht. Katastrophen und Klimawandel von der Antike bis heute. Stuttgart.
- HARPER, K. (2022): Fatum – Das Klima und der Untergang des Römischen Reiches. München.
- KULKE, U. (2015): Erderwärmung bescherte Römischen Reich fette Jahre. Online: <https://www.welt.de/geschichte/article149773123/Erderwaermung-bescherte-Roemischem-Reich-fette-Jahre.html> (zuletzt 11.02.2024).
- LAMB, H.H. (1994): Klima und Kulturgeschichte. Der Einfluß des Wetters auf den Gang der Geschichte. Reinbek.
- MAUELSHAGEN, F. (2023): Geschichte des Klimas. Von der Steinzeit bis zur Gegenwart. München.
- MEIER, M. (8. Aufl. 2021): Geschichte der Völkerwanderung. Europa, Asien und Afrika vom 3. bis zum 8. Jahrhundert n. Chr. München.
- RAHMSTORF, S. & H.J. SCHELLNHUBER (2007): Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie. München.
- ROTH, E. (2018): Probleme beim Klimaproblem. Online: <https://kaltesonne.de/probleme-beim-klimaproblem/> (zuletzt 05.02.2024).
- SARTI, L. (2023): Westeuropa zwischen Antike und Mittelalter. Darmstadt.
- SCHÖNWIESE, Ch.-D. (1995): Klimaänderungen: Daten, Analysen, Prognosen. Berlin.

## Autor

Dr. Udo Engbring-Romang  
Am Rain 18  
35039 Marburg  
E-Mail: [udo.engbring@gmx.de](mailto:udo.engbring@gmx.de)

GRIGUŠOVÁ, PAULINA & MICHAEL RINN

## Eiswelten im Westen Kanadas aus glazialhydrologischer und alpinistischer Sicht

**Vorbemerkung:** Im folgenden Beitrag werden die Eiswelten im Westen Kanadas aus zwei unterschiedlichen Perspektiven betrachtet. Im ersten Teil widmet sich Paulina Grigušová dem Problem des Gletscherschwunds vor dem Hintergrund, dass bis zum Jahr 2100 aufgrund steigender Temperaturen und geringerer Schneefallmengen ein Verlust von bis zu siebenzig Prozent des Gletschereises zu erwarten ist. Unter Verwendung von Luftaufnahmen und Satellitenbildern werden die rezenten Veränderungen in den Gletschern berechnet. In Anlehnung an den IPCC-Klimabericht wird die zukünftige Entwicklung anhand von Landschaftsmodellen und künstlicher Intelligenz für fünf mögliche Zukunftsszenarien prognostiziert.

Im zweiten Teil widmet sich Michael Rinn visuell der kanadischen Gletscherwelt aus alpinistischer Sicht. Als Trainer für Eisklettern, Hochtouren und Leistungsbergsteigen ist er so oft wie möglich in den Bergen unterwegs – in den Alpen oder weltweit. U. a. reiste er zwei Jahre durch die USA und sechs Monate durch Nepal. Weitere Unternehmungen führten ihn nach Kanada, Patagonien, Island, an die steilen Wände des arabischen Hajar-Gebirges im Oman und in das Wadi Rum nach Jordanien. Seine besondere Leidenschaft gilt dem Entdecken neuer Kletterrouten, was er in diesem Beitrag am Beispiel der Erstbesteigung des Monarch Mountain dokumentiert.

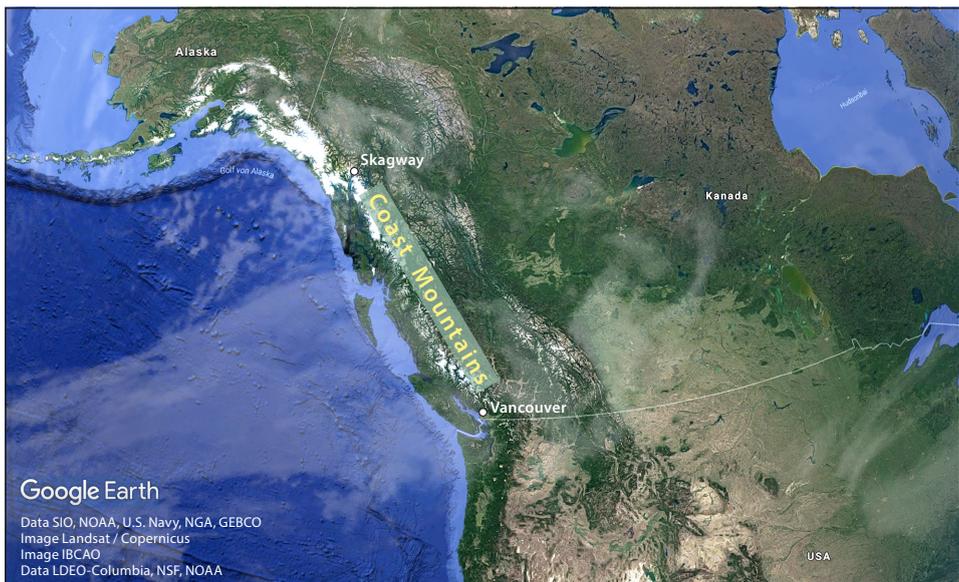


Abb. 1: Die Coast Mountains im Westen Kanadas erstrecken sich über 1600 km zwischen Vancouver (BC) im Süden und Skagway (Alaska) im Norden. Höchster Berg ist der Mount Waddington (4019 m). (Satellitenbild: © Google Earth 18.09.2017)

## Teil 1: Die glazialhydrologische Sicht (PAULINA GRIGUŠOVÁ)

In der folgenden Studie wurde das HBV-Hydrologiemodell angewendet, um den Gletscherrückgang des kanadischen Küstengebirges anhand von Klimaszenarien zu berechnen, wie sie in einem Bericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* vom 9. August 2021 veröffentlicht wurden. Hintergrund der Studie ist, dass im Durchschnitt der letzten 50 bis 70 Jahre die Gletscher weltweit an Masse verloren haben. Dabei scheint sich die Geschwindigkeit des Massenschwunds in den letzten zehn Jahren zu beschleunigen. Der Bericht des UN-Klimapanel basiert auf den physikalischen Aspekten des Klimawandels und entwickelt fünf mögliche Szenarien für die Zukunft. Diese Szenarien sind das Ergebnis komplexer Berechnungen, die davon abhängen, wie schnell die Menschheit die Emissionen von Treibhausgasen eindämmen wird (vgl. Abb. 2).

- **Szenario 1 – Am optimistischsten: 1,5° C bis 2050:** Dieses ist das optimistischste Szenario des IPCC und beschreibt eine Welt, in der die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen um das Jahr 2050 auf netto null gesenkt werden. Dieses erste Szenario ist das einzige, welches das Ziel des Pariser Abkommens erfüllt.
- **Szenario 2 – Nächstbestes: 1,8° C bis 2100:** Im nächstbesten Szenario werden die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen drastisch gesenkt, aber langsamer, und erreichen nach 2050 netto null. Die Zunahme der Temperatur um etwa 1,8° C stabilisiert sich jedoch bis zum Ende des Jahrhunderts.
- **Szenario 3 – Durchschnittlich: 2,7° C bis 2100:** Dies ist ein „durchschnittliches“ Szenario. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen bleiben in etwa auf dem aktuellen Niveau, bevor sie Mitte des Jahrhunderts zu sinken beginnen, erreichen jedoch bis 2100 nicht netto null. Die Temperaturen steigen bis zum Ende des Jahrhunderts um 2,7° C.

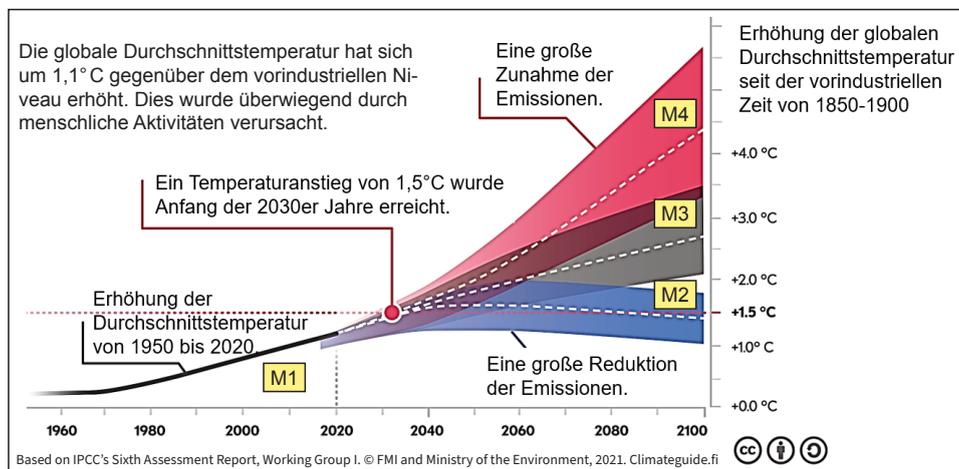


Abb. 2: Die IPCC-Szenarien M1 bis M4 repräsentieren vier unterschiedliche klimatische Rahmenbedingungen, die für die Modellierung zu Grunde gelegt wurden

- **Szenario 4 – Gefährlich: 3,6° C bis 2100:** In diesem Szenario steigen die Emissionen und Temperaturen stetig an. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen verdoppeln sich bis 2100 in etwa gegenüber den aktuellen Werten. Bis zum Ende des Jahrhunderts sind die durchschnittlichen Temperaturen um 3,6° C gestiegen.
- **Szenario 5 – Um jeden Preis zu vermeiden: 4,4° C bis 2100:** Dies ist eine Zukunft, die um jeden Preis vermieden werden sollte. Die aktuellen CO<sub>2</sub>-Emissionsniveaus verdoppeln sich bis 2050 in etwa. Bis 2100 liegt die durchschnittliche globale Temperatur um schreckliche 4,4° C höher.

**Das HBV-Hydrologiemodell** (*Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning-Modell*) ist eine Computersimulation zur Analyse des Abflusses und des Gletscherrückgangs. Es handelt sich um ein konzeptionelles Einzugsgebietsmodell, das relativ wenige Modellparameter und einen minimalen Bedarf an Forcierungseingaben aufweist, normalerweise die Tagesstemperatur und den täglichen Niederschlag. Zuerst wird der Schnee berechnet, nachdem eine Schwellenschmelztemperatur (TT, normalerweise 0° C) und ein Parameter CMELT definiert wurden, der den äquivalenten geschmolzenen Schnee für die Temperaturdifferenz widerspiegelt. Das Ergebnis wird in einen flüssigen Teil (Oberflächenabfluss) und einen infiltrierenden Teil (Versickerung) unterteilt. Zweitens wird die Bodenfeuchtigkeit berechnet, nachdem ein Anfangswert und die Feldkapazität (FC) definiert wurden. Die dritte Berechnung der tatsächlichen Evapotranspiration (ETPa) erfolgt anhand eines externen Modells (z. B. Penman) zur Ermittlung der potenziellen ETP und der anschließenden Anpassung des Ergebnisses an die Temperaturen und den permanenten Welkepunkt (PWP) des betreffenden Einzugsgebiets. Der Anstieg der ETP in Abhängigkeit von der Temperatur wird mit dem Parameter C beschrieben.

Das Modell besteht darin, das Einzugsgebiet als zwei Speicher (S1 und S2) zu betrachten, die durch einen Perkulationsstrom miteinander verbunden sind. Der Zufluss zum ersten Speicher wird als Oberflächenabfluss berechnet, der von den anfänglichen Niederschlägen nach Berechnung der Infiltration und der Evapotranspiration übrigbleibt. Der Abfluss aus dem ersten Speicher ist in zwei getrennte Flüsse (Q1 und Q2) unterteilt: Q1 stellt den Oberflächenabfluss dar, der nach einer bestimmten, vom Benutzer zu definierenden Schwelle L ausgelöst wird. Q2 beschreibt den Zwischenabfluss. Eine Konstante K1 wird verwendet, um die Abflüsse als Funktion des Speichers S1 zu finden. Um die Perkulationsrate zu berücksichtigen, wird eine Konstante Kd verwendet. Der Abfluss aus dem zweiten Speicher S2 wird als Grundwasserflussfunktion (Q3) einer Konstanten K2 und der Speicherung in S2 betrachtet. Der aus einem bestimmten Regenereignis erzeugte Gesamtabfluss ergibt die Summe der 3 Flüsse. Das Ergebnis des Modells wird später mit den tatsächlich gemessenen Durchflusswerten verglichen. Dabei wird der *Nash-Sutcliffe model efficiency-Koeffizient* (NSE) verwendet, um das Modell durch Ändern der verschiedenen Parameter zu kalibrieren. Das Modell hat insgesamt 9 Parameter: TT, C<sub>melt</sub>, FC, C, PWP, L, K1, K2, Kd.

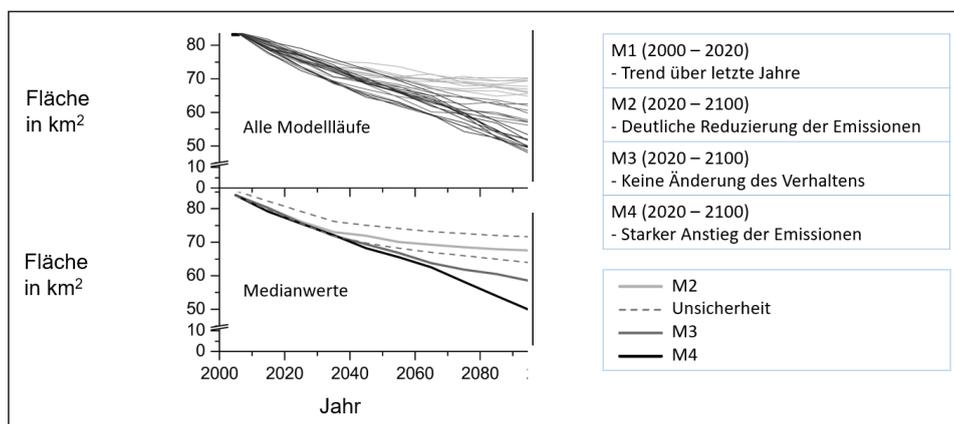
HBV wurde in vielen Ländern weltweit zur Modellierung von Oberflächenabflüssen eingesetzt, darunter in Brasilien, China, Iran, Mosambik, Schweden, der Schweiz und Simbabwe.

**Die Ergebnisse** der Studie werden anhand von 4 Modelldurchläufen verglichen:

- M1 – Jahre 2000 bis 2020
- M2 – Jahre 2020 bis 2100, Integration des Szenarios 1 des IPCC-Berichts
- M3 – Jahre 2020 bis 2100, Integration des Szenarios 3 des IPCC-Berichts
- M4 – Jahre 2020 bis 2100, Applikation des Szenarios 5 des IPCC-Berichts

Die Anwendung des Szenarios M1 führt zu weiteren Jahrzehnten negativer Massenbilanzen, was in den folgenden Dekaden zu einem weiteren Rückzug des Gletschers führt. Die Massenbilanzen nähern sich dann allmählich null an. Der Gletscher erreicht ein Gleichgewicht mit dem aktuellen Klima (wobei die Netto-Massenbilanzen um null schwanken) nach etwa 90 Jahren Simulation. Laut des Modelldurchlaufs M2 verringert sich die Gletscherbedeckung um 20 % der aktuellen Gletscherfläche. Unter der Annahme, dass sich das Klima nicht weiter ändert (Modelldurchlauf M3), könnte die Gletscherbedeckung um fast ein Drittel schrumpfen. Die Massenbilanzen bleiben bei Modelldurchlauf M4 negativ, wobei die Gletscherbedeckung des Beckens um 38,5 % reduziert wird (Abb. 3).

Die Gletscherrückgänge in allen Szenarien führen zu einem Rückgang des jährlichen Abflusses. Dabei ist der Rückgang des Abflusses in den Sommermonaten am stärksten. Im Fall von Modell M2 wird der anfängliche Rückgang des Flusses von einer asymptotischen Annäherung an einen Gleichgewichtsabfluss von ca. 27 m<sup>3</sup>/s mit einer Unsicherheit von +0,5 bis -1 m<sup>3</sup>/s gekennzeichnet, was einer Reduzierung von 35 % gegenüber den aktuellen 41 m<sup>3</sup>/s entspricht. Für M3 und M4 wird der mittlere Abfluss bis 2095 auf etwa 25 m<sup>3</sup>/s weiter reduziert. Die Ergebnisse für Szenario M4 spiegeln die Auswirkung einer Änderung des Temperaturanstiegs bis zur Mitte des



**Abb. 3: Modellierung der Gletscherfläche** (nach STAHL et al. 2008)

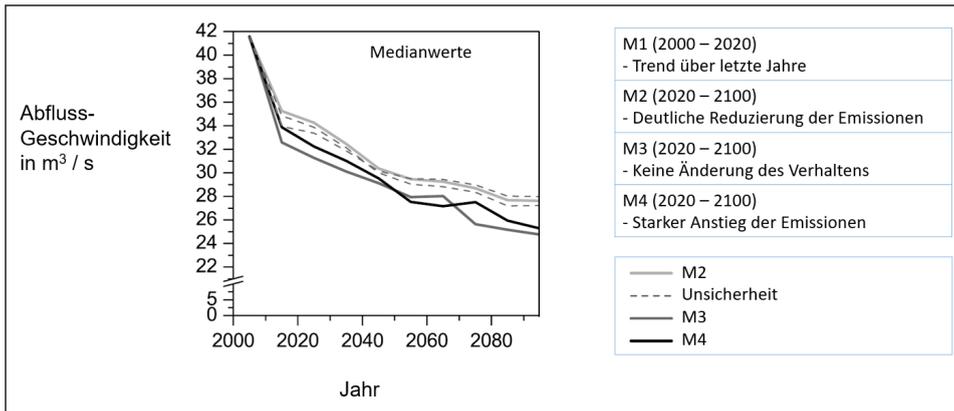


Abb. 4: Modellierung der Abflussgeschwindigkeit (nach STAHL et al. 2008)

Jahrhunderts wider, wenn die Massenbilanzen noch negativer sind und ein relativer Anstieg der Schmelze den Rückgang der Gletscherfläche nur teilweise ausgleicht. Der Unterschied in den Abflusstrends zwischen M2 und M3/M4 in anderen Monaten zeigt, dass steigende Temperaturen auch zu einer längeren Schmelzsaison mit einem früheren Beginn und längerer Dauer der Eisschmelze führen, was den Rückgang des jährlichen Abflusses im Vergleich zu M1 mäßigt, aber den Gletscherrückzug verstärkt (Abb. 4).

## Literatur

IPCC's Sixth Assessment Report, Working group I, © FMI and Ministry of the Environment 2021. Climateguide.fi. Online: <https://www.climateguide.fi/articles/infographics-based-on-the-ipccs-6th-assessment-report-part-1-illustrate-the-physical-science-basis-of-climate-change> (zuletzt 16.2.2024).

STAHL, K. et al. (2008): Coupled modelling of glacier and streamflow response to future climate scenarios. In: *Water Resources Research* 44(2). doi: 10.1029/2007WR005956.

## Teil 2: Die alpinistische Sicht (MICHAEL RINN)

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts spielte das Bergsteigen in der westkanadischen Hochgebirgswelt praktisch keine Rolle. Auch heute noch ist der moderne Alpinismus hier weit davon entfernt, alle möglichen Ziele erschlossen zu haben. Vor diesem Hintergrund war es im Jahre 2017 Ziel einer deutsch-schottischen Expedition, im abgelegenen Monarch Icefield in den Eiswelten der Coast Mountains, die sich entlang des Pazifiks über 1600 km zwischen Vancouver im Süden und Skagway (Alaska) im Norden erstrecken und die im Mount Waddington (4019 m) und dem Mount Tiedemann (3838 m) ihre höchsten Gipfel aufweisen, eine Erstbegehung am Monarch Mountain (3572 m) zu versuchen, der bis dahin höchsten undurchstiegenen Felswand in einer der atemberaubendsten Hochgebirgslandschaften im Westen des Landes (vgl. Abb. 1).



Abb. 5: Die Erstbegehung „Game of Thrones“ schaffte es 2018 in die Endauswahl für den *Piolet d’Or*, die bedeutendste internationale Auszeichnung für außergewöhnlich innovative Leistungen im modernen Alpinismus. (Quellen Abb. 5–13: © Archiv M. Rinn & S. Richardson)

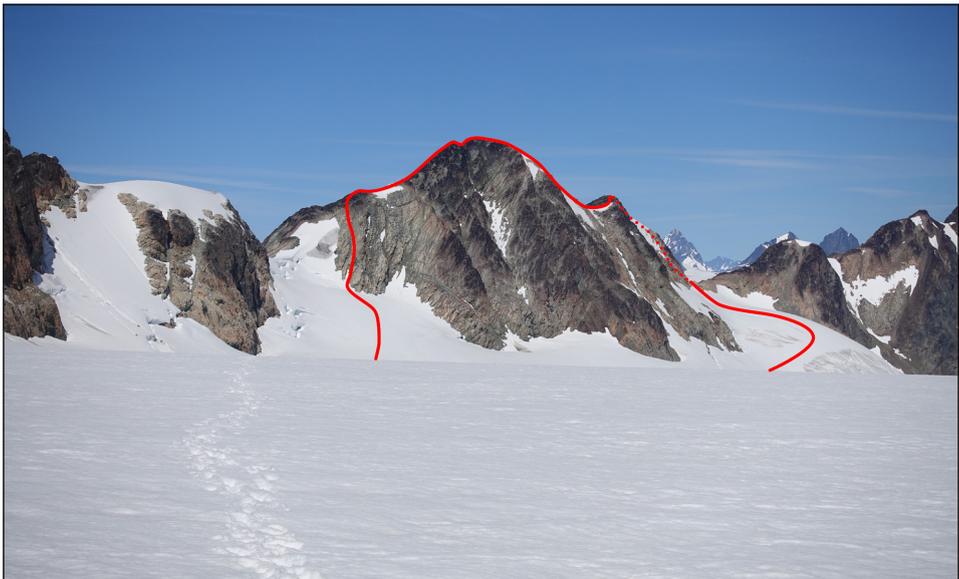


Abb. 6: Erste Überschreitung des Page Mountain Extender, 2625 m: Nord-Süd-Traverse, Schwierigkeit PD, 5.4, 1000 m Kletterstrecke, 30.7.2017. Die Klettertour diente der Akklimatisierung zu Beginn der Expedition.



Abb. 7: Unterwegs bei der *Eingehtour* auf der Nord-Süd-Traverse des Page Mountain Extender. Im Hintergrund rechts der Sugar Loaf, links davon der Empire Way Glacier. Der Grat erinnert an den Biancograt auf den Piz Bernina (4048 m) in den Ostalpen.

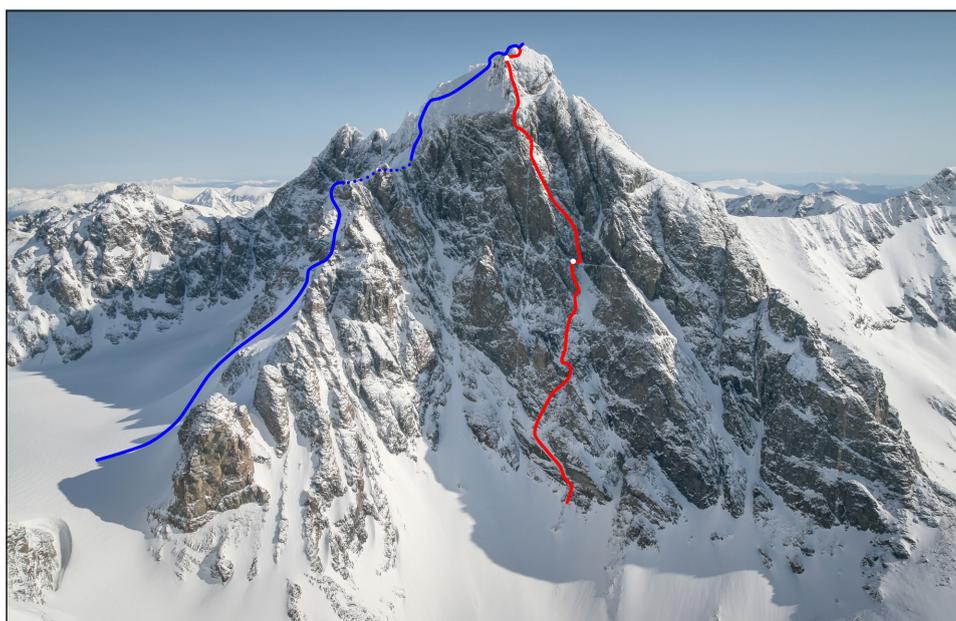


Abb. 8: Kletterstrecke am Monarch Mountain, 3572 m: Route „Game of Thrones“ (Erstbegehung), Schwierigkeit ED2, 5.10a, 1540 m Kletterdistanz, 1250 m Höhenunterschied, 32 Seillängen + 400 m am laufenden Seil, 4.-6.8.2017 (Aufstieg rot, Biwakplätze weiß, Abstieg blau).



Abb. 9: Unser Basecamp hatten wir drei Wochen lang auf dem Gletscher des Monarch Icefield am Fuße des Monarch Mountain aufgeschlagen.



Abb. 10: Monarch Mountain – Ernsthaftige Kletterei am 2. Tag. Der obere Teil des zentralen Pfeilers bietet zwar besten Fels, verlangt aber eine komplizierte Absicherung. Das Gebirge in dieser Region ähnelt sehr stark dem Mont Blanc-Massiv vor 250 Jahren.



Abb. 11: Das zweite Biwak knapp unterhalb des Gipfels des Monarch Mountain auf etwa 3300 m. Eine anstrengende lange Nacht steht uns bevor.



Abb. 12: Der Sonne entgegen – auf den letzten Metern zum Gipfel.



Abb. 13: Am frühen Morgen des 6. August 2017 erreichen wir den Gipfel des Monarch Mountain.

Das Erreichen des Gipfels (bei strahlendem Sonnenschein) war ein überwältigender Moment. Die ganze Vorbereitung, unsere Träume und auch ein bisschen Abenteuerlust hatten uns bis zum Gipfel geführt. Bis hier oben haben wir uns gegenseitig unser Vertrauen geschenkt, waren zuversichtlich und haben uns gegenseitig motiviert. Es war ein einzigartiger Moment, und es lag viel Energie und Glück in der Luft. Damals wusste ich es noch nicht, aber im Nachhinein war dieser Moment – auf dem Monarch Mountain – etwas, das ich in meinem ganzen Bergsteigerleben gesucht habe. Zusammen haben wir unsere Grenzen erfahren und ein Stück weit verschoben. Und genau das ist es, was wir in den Bergen suchen.

**Autor/-in:**

Dr. Paulina Grigušová  
Fachbereich Geographie  
der Philipps-Universität  
Deutschhausstraße 12  
35032 Marburg  
E-Mail:  
paulina.grigusova@staff.uni-marburg.de

Michael Rinn  
Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaft  
der Justus-Liebig-Universität  
Kugelberg 62  
35394 Gießen  
E-Mail: michael.rinn@sport.uni-giessen.de  
Internet: [www.vertikale-welten.de](http://www.vertikale-welten.de)

## Namibia zwischen gestern und morgen: Ein Land sucht seinen Weg

NAMIBIA! Schon allein der Name des Landes scheint auf uns Deutsche eine spezielle Magie auszuüben. Kein anderes afrikanisches Land taucht in den deutschen Fernsehprogrammen auch nur annähernd so häufig auf wie Namibia, sei es in Form von Naturfilmen, Dokumentarfilmen zur deutsch-namibischen Kolonialgeschichte oder auch von (oft wenig anspruchsvollen) Spiel- und Liebesfilmen mit Titeln wie *Afrika mon amour* oder *Afrika, wohin mein Herz uns trägt*.

Namibia hat es geschafft, sich durch geschickte Vermarktung und starke Präsenz in Film und Fernsehen nach seiner Unabhängigkeit 1990 schnell und professionell das Image eines Traum-Reiselandes aufzubauen. Die ikonischen Bilder der roten Dünen des Sossusvlei und des Deadvlei mit ihren jahrhundertealten abgestorbenen Bäu-



Abb. 1: Namibia – Geographische Übersichtskarte (Quelle: Google Maps, ergänzt durch eigene Beschriftungen)



Abb. 2: Abgestorbene Bäume im Deadvlei (Sossusvlei Nationalpark)

men (Abb. 2) verbindet man fast schon automatisch mit *Namibia*, dem ehemaligen Deutsch-Südwestafrika. Für Touristen, die während ihrer Rundreisen Namibia vor allem von seiner Schokoladenseite kennenlernen, entsteht so allerdings schnell ein allzu positiver Eindruck, der der Realität im Lande nicht wirklich gerecht wird.

### Einige Daten und Fakten

Namibia ist mit seinen 824.000 km<sup>2</sup> flächenmäßig fast zweieinhalbmal so groß wie Deutschland (357.588 km<sup>2</sup>). Seine Bevölkerung von ca. 2,6 Mio. Einwohnern beläuft sich jedoch auf lediglich 3,1 % der 84,6 Mio. Menschen, die zurzeit in Deutschland leben. Mit etwa 3,6 Einw./km<sup>2</sup> ist Namibia damit heute (nach der Mongolei) das Land mit der zweitgeringsten Einwohnerdichte weltweit. So leben etwa im gesamten südlichen Teil des Landes (Regionen Hardap und Karas) auf 271.500 km<sup>2</sup> – dies entspricht etwa 76 % der Fläche Deutschlands – gerade einmal 186.000 Menschen (also etwas mehr als die Einwohnerzahl von Marburg plus Gießen)! In der Hauptstadt Windhoek, die sehr verkehrsgünstig im Zentrum des Landes liegt, leben inzwischen etwa 400.000 bis 420.000 Menschen. Die nächstgrößeren Städte Walvis Bay, Rundu (jeweils ca. 70.000 bis 80.000 Einwohner) und Swakopmund (ca. 50.000 bis 55.000) folgen dann allerdings erst mit großem Abstand.

Namibia gilt als das trockenste Land Afrikas südlich der Sahara. Der durchschnittliche Jahresniederschlag nimmt von West nach Ost und von Süd nach Nord von unter 100 mm an der Küste und im äußersten Süden des Landes auf bis zu 600 mm

im Caprivi-Streifen (jetzt Zambezi Region) im äußersten Nordosten zu, wobei die Jahresniederschlagsmenge sowohl lokal und regional als auch von Jahr zu Jahr sehr stark variieren kann. Infolge des überwiegend ariden bis semi-ariden Klimas führen lediglich die Flüsse an der nördlichen (Kunene, Kavango, Sambesi) und an der südlichen Landesgrenze (Oranje) ganzjährig Wasser. Alle Flüsse im Landesinneren sind demgegenüber Trockenflüsse, sogenannte *Riviere*, die nur nach stärkeren Regenfällen episodisch Wasser führen.

Infolge der geringen und unzuverlässigen Niederschläge ist extensive Viehzucht die mit Abstand dominierende landwirtschaftliche Nutzung. Im etwas weniger trockenen zentralen und nördlichen Namibia überwiegt die Rinderzucht, im trockeneren südlichen Teil reicht der Niederschlag nur noch für die extensive Schafhaltung. Trockenfeldbau ist nur in etwas niederschlagsreicheren Gebieten im Norden und Nordosten des Landes möglich, aber aufgrund der hohen jährlichen Varianz der Niederschläge recht riskant. Bewässerungsfeldbau findet nur auf sehr kleinen Flächen statt, überwiegend für Gemüse- und Obstanbau (z. B. Produktion von Tafeltrauben an der Südgrenze Namibias entlang des Oranje).

Neben der Landwirtschaft sind Bergbau, Fischerei und der Tourismus die Haupteinnahmequellen des Landes. Beim Bergbau sind dies vor allem der Abbau (offshore und onshore) von Diamanten vor und nördlich der Oranje-Mündung sowie der Uranbergbau (Tagebau) im *Uran-Dreieck* (Walvis Bay – Henties Bay – Arandis). Die touristischen Hauptattraktionen Namibias wie etwa NamibRand (Abb. 3), der Etosha Na-



Abb. 3: NamibRand Nature Reserve, eines der größten Naturschutzgebiete Namibias

tionalpark, Sossusvlei, Windhoek, Swakopmund, Waterberg, Fish River Canyon und der Caprivi Streifen mit Sambesi und Kavango sind relativ gleichmäßig über das Land verteilt. Der typische Namibia-Urlaub besteht daher i. d. R. aus einer zwei- bis dreiwöchigen Rundreise mit Übernachtungen in Lodges oder eigenem Zelt.

**Geschichte und Politik**

Die Geschichte Namibias lässt sich grob in vier Epochen unterteilen: Die vorkoloniale Zeit, die 30 Jahre währende deutsche Kolonialzeit, die ca. 70 Jahre als südafrikanisches Treuhandgebiet mit dem ab Ende der 1960er Jahre einsetzenden Unabhängigkeitskampf, und schließlich, als vierte Epoche, die Zeit nach der Unabhängigkeit von 1990 bis heute (Abb. 4).

Die Zeit als deutsche Kolonie begann mit der privaten Initiative des Bremer Kaufmanns Adolf Lüderitz, der am 12. Mai 1883 in der Lüderitzbucht erstmals die deutsche Flagge hisste und kurz darauf von Reichskanzler von Bismarck den Schutz des Deutschen Reiches erbat. Knapp ein Jahr später, am 24. April 1884, wurde Namibia – damals noch unter dem Namen *Deutsch-Südwestafrika* – zum deutschen Schutzgebiet erklärt.

Ein schwarzes Kapitel der deutschen Kolonialgeschichte bildete der Herero-Krieg von 1904 bis 1907 mit dem berüchtigten Vernichtungsbefehl des Generals Lothar von Trotha, der zum Genozid des Großteils des Herero-Volkes führte. Als Resultat des Ersten Weltkriegs verlor Deutschland seine Kolonien und damit auch Deutsch-Südwestafrika. Durch den Versailler Vertrag von 1919 wurde das heutige Namibia zunächst Mandatsgebiet des Völkerbunds, bevor dieser 1921 die Verwaltung des Landes als Treuhandgebiet an Südafrika übertrug.

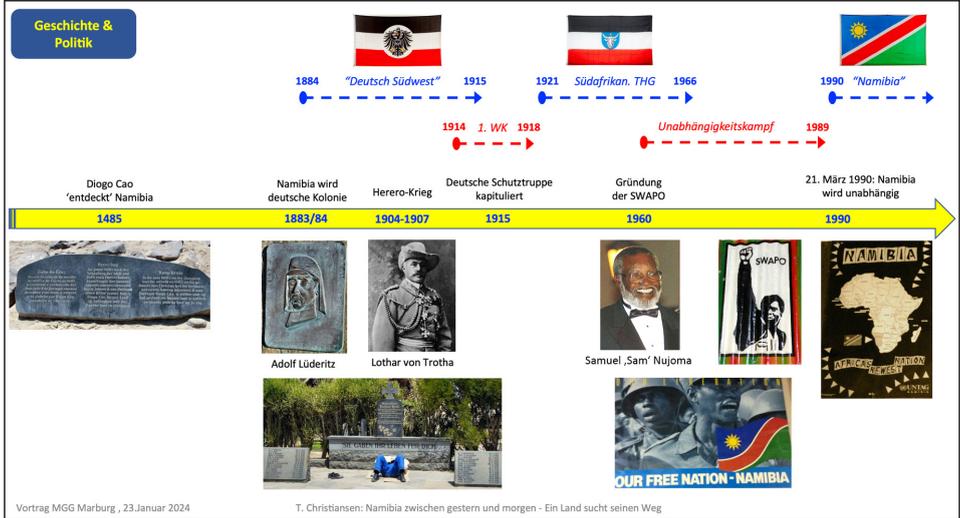


Abb. 4: Geschichte Namibias als Zeitstrahl (Quelle: Eigene Fotos und diverse Internetquellen)

Im Zuge der Dekolonisierung Afrikas in den 1960er Jahren sollte auch Namibia in die Unabhängigkeit entlassen werden. Dem widersetzte sich Südafrika jedoch, das Südwestafrika inzwischen (völkerrechtswidrig) als seine fünfte Provinz annektiert und auch hier das südafrikanische Apartheidssystem eingeführt hatte. So begann in den 1960er Jahren ein Guerillakrieg für die Unabhängigkeit zwischen der schon 1958 gegründeten Befreiungsbewegung SWAPO (South West African People's Organization) und der südafrikanischen Armee. 1978 forderte die UNO (als Nachfolgeinstitution des Völkerbunds) in ihrer *Resolution 435* den Rückzug der südafrikanischen Verwaltung, einen Waffenstillstand und freie Wahlen unter UNO-Aufsicht. Der Guerillakrieg der SWAPO dauerte aber noch weitere 11 Jahre, bevor im November 1989 erste freie Wahlen unter UNO-Aufsicht stattfanden. Am 21. März 1990 wurde das Land – nunmehr unter seinem heutigen Namen *Namibia* – unabhängig. Der Anführer der inzwischen zur politischen Partei transformierten Befreiungsbewegung SWAPO, *Samuel, Sam' Nujoma*, wurde erster Staatspräsident des neuen Landes.

Die Machtübernahme durch die SWAPO und die nachfolgenden 34 Jahre verliefen weitestgehend unspektakulär. Anders als in vielen afrikanischen Ländern kam es nach der Unabhängigkeit weder zu größeren Ausschreitungen gegen die weiße Bevölkerung noch zum Bürgerkrieg (wie z. B. in Angola und Mosambik) oder zu erzwungenen Machtwechseln durch Putsche. Die bemerkenswert hohe politische Stabilität Namibias seit der Unabhängigkeit ist vor allem auf die politische Dominanz der SWAPO und deren starken Rückhalt in der Bevölkerung zurückzuführen.

Namibia war und ist – nicht formal, aber de facto – bis heute praktisch ein alle fünf Jahre erneut demokratisch legitimierter Ein-Parteien-Staat. Die Kehrseite dieser SWAPO-Dominanz ist, dass sich die Organisation bis heute als einzige legitime Vertretung des namibischen Volkes versteht und sich auch 34 Jahre nach der Unabhängigkeit keine wirklich effektive parlamentarische Opposition entwickelt hat. Speziell für die alten Comrades (Genossen) der SWAPO sind Partei, Regierung und Land eine untrennbare Einheit und eine Machtbeteiligung einer anderen Partei oder gar deren Machtübernahme bisher völlig undenkbar.

Immerhin wurde die sehr weitreichende Macht des Staatspräsidenten in der namibischen Präsidialdemokratie 2005 von *Samuel, Sam' Nujoma*, dem *Father of the Nation*, relativ geräusch- und konfliktlos an *Hifikepunye Pohamba*, seinen ehemaligen Comrade aus dem Befreiungskampf, weitergegeben (Abb. 5). Und auch dieser übertrug sie nach den verfassungsmäßig vorgesehenen zwei Amtsperioden recht reibungslos an *Dr. Hage Geingob*, ebenfalls ein ehemaliger SWAPO Comrade, der bereits direkt nach der Staatsgründung 1989/90 wichtige politische Ämter innehatte.

Derzeit ist bereits absehbar, dass sich dieses Muster der Machtübergabe von Comrade zu Comrade auch bei den nächsten Präsidentschafts- und Parlamentswahlen wiederholen wird. Neu ist aber, dass das designierte nächste Staatsoberhaupt des Landes voraussichtlich erstmals eine Präsidentin wird, die jetzige SWAPO Vize-Präsidentin und gegenwärtige Außenministerin *Netumbo Nandi-Ndaitwah*.

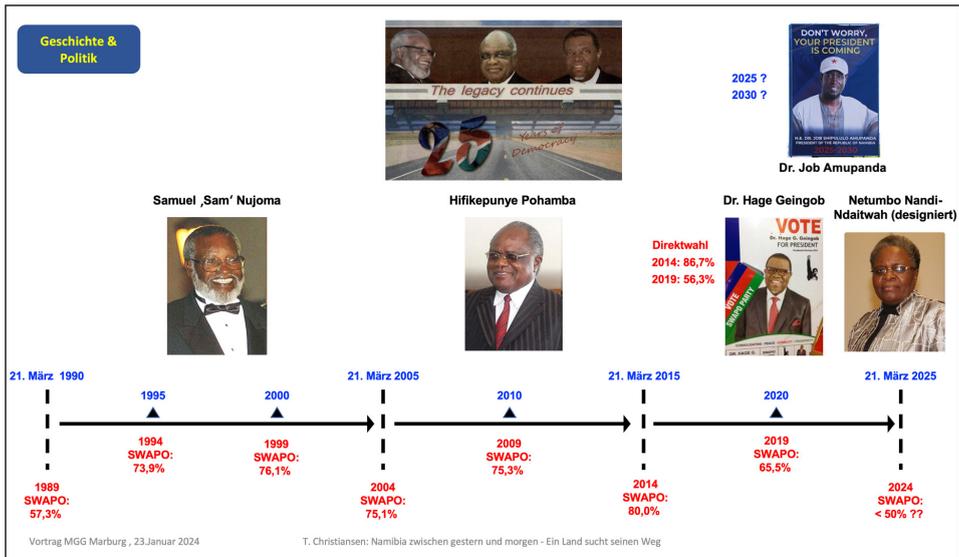


Abb. 5: Präsidentschafts- und Parlamentswahlen 1989 bis 2024 (Quelle: wie Abb. 4)

Die bisher unangefochtene absolute Dominanz der SWAPO beginnt jedoch seit einigen Jahren zu wanken. Bei den letzten Wahlen 2019 verlor sie erstmals seit 1995 ihre Dreiviertelmehrheit im Parlament, und bei den im November 2024 anstehenden nächsten Wahlen wird sie voraussichtlich noch einmal deutlich an Stimmen verlieren. Gegenwärtig scheint es aber (noch) unwahrscheinlich, dass die SWAPO andere Parteien an der Regierung beteiligen müssen. Der Trend ist allerdings deutlich: Die Macht der SWAPO bröckelt. Ihr bisheriges Narrativ, nach dem die noch immer herrschende Armut großer Teile der Bevölkerung eine Folge der Kolonialzeit sei, reicht vielen Namibiern als Erklärung nicht mehr aus. Dies gilt insbesondere für Jugendliche sowie für die besser gebildete und gut informierte Mittelschicht in den Städten. Auch die durch Social Media besser und schneller verfügbaren Informationen spielen eine erhebliche Rolle. Und schließlich haben verschiedene Korruptionsskandale, wie etwa der 2019 aufgedeckte *Fishrod Scandal*, in den sogar mehrere ehemalige Kabinettsmitglieder verwickelt waren, das Vertrauen in die SWAPO erheblich ausgehöhlt.

## Wirtschaft

Wie anfangs erwähnt, ruht die Wirtschaft Namibias (bisher) vorwiegend auf vier Säulen des primären und tertiären Sektors: Landwirtschaft, Bergbau, Fischerei und Tourismus. Der sekundäre Sektor (Industrie, Bauwirtschaft und Energieerzeugung), und hier insbesondere die verarbeitende Industrie, ist bisher völlig unterentwickelt. Namibische Ökonomen und Politiker beschreiben das Hauptproblem daher gerne mit dem Satz: „*We produce what we don't need and we need what we don't produce*“!

Gemeint sind hier auf der Produktionsseite vor allem Bergbau-Rohprodukte wie z. B. Rohdiamanten, Uran (*Yellow Cake*), Gold und andere Metalle und Mineralien. Auf der Mangelseite stehen Produkte wie Autos und Maschinen, Elektronik-, Chemie- und Pharmazieprodukte sowie Textilien und andere Konsumgüter. Namibia muss bis herunter zum Zahnstocher und zu Büroklammern (fast) alles einführen, was seine Bevölkerung für ein normales Leben benötigt. Dies schließt auch einen Großteil der Grundnahrungsmittel und der Energieversorgung (Benzin, Diesel, Elektrizität) ein. Die Liste der durch Weiterverarbeitung erzeugten Konsumgüter ist hingegen kurz: außer Fleischprodukten, Bier, ein paar Lederwaren sowie Schmuck und Kunstgewerbe (Abb. 6) wird in Namibia nicht viel anderes hergestellt.

Für diese Importe benötigt Namibia den Löwenanteil seiner Deviseneinnahmen, die vor allem aus dem Export von Diamanten, Uran und anderen Bergbaurohprodukten, dem Fleischexport (vor allem nach Südafrika), Lizenzen für die Hochseefischerei und natürlich dem Tourismus stammen. Mit 38,9% kam 2022 der Großteil der Importe aus Südafrika (Strom, Lebensmittel, aber auch zahlreiche Konsumgüter). An zweiter Stelle folgt China mit 7,6%, gefolgt von Indien (4,7%). Wichtigste Exportpartner sind die beiden Nachbarländer Südafrika (16,3%) und Botswana (16,1%). Auch hier folgt China mit 11,5% bereits an dritter Stelle, deutlich vor Sambia mit 7,2%.

Eines der Hauptprobleme Namibias ist die hohe Arbeitslosigkeit, die seit vielen Jahren bei etwa 35% der erwerbstätigen Bevölkerung liegt, bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen sogar bei ca. 50%. Von den vier Wirtschaftszweigen bietet nur der Tourismus eine größere Anzahl an Arbeitsplätzen, vor allem auch für Arbeitskräf-



Abb. 6: Souvenirs gehören zu den wenigen Dingen, die Namibia selbst produziert

te mit nur mittlerer und geringer beruflicher Qualifikation. Bergbau, Fischerei und auch die kommerziell produzierende Landwirtschaft bieten demgegenüber nur relativ wenige Arbeitsplätze. In der überwiegend auf Subsistenz ausgerichteten kleinbäuerlichen Landwirtschaft in den sogenannten *Communal Areas* im Norden des Landes finden zwar viele Namibier irgendwie ein Auskommen, allerdings auf einem extrem niedrigen Niveau. Wenn dann die Landwirtschaft noch durch mehrere niederschlagsarme Jahre in Folge starke Einbußen erleidet (z. B. 2014 bis 2018) oder der Tourismus vorübergehend fast komplett zum Stillstand kommt (wie in der Coronazeit zwischen 2020 bis Mitte 2022), dann hat das Land ein großes Problem. Welche Risiken eine starke Abhängigkeit von Weltmarktpreisen mit sich bringt, zeigte sich nach dem Reaktorunglück von Fukushima 2011. Nicht lange danach (2013) brachen die Preise für Uran, einem der Hauptexportprodukte des Landes, so stark ein, dass Namibias Uran-



Abb. 7: Wirtschaftsgeographische Übersichtskarte von Namibia (ohne Caprivi-Streifen)  
 (Quelle: Eigener Entwurf, modifizierte Version der Originalkarte in CHRISTIANSEN 2012)

bergwerke nur noch mit Verlust produzieren konnten und teilweise sogar den Betrieb einstellen mussten. Erst jetzt, über ein Jahrzehnt später, hat der Uranpreis wieder ein einigermaßen profitables Niveau erreicht.

Die nicht mehr ganz aktuelle wirtschaftliche Übersichtskarte (Abb. 7) zeigt die räumliche Verteilung der namibischen Ressourcen und die wichtigsten Landkategorien, Entwicklungszentren und -achsen. Unter den drei Landkategorien (*Commercial Lands*, *Communal Lands*, *National Parks*) nehmen die *Commercial Lands* mit einem Flächenanteil von ca. 44 % den größten Raum ein. Sie bestehen zumeist aus (für europäische Verhältnisse) riesigen, kommerziell ausgerichteten Farmen in Privatbesitz. Auf den im Durchschnitt etwa 5.000 ha großen Farmen wird mit wenig Personal durch extensive Rinder- und Schafzucht Fleisch für den Export (vor allem nach Südafrika und Europa) produziert.

Die *Communal Lands* (ca. 38 % der Staatsfläche), überwiegend im Norden des Landes, sind Eigentum des Staates und werden für kleinbäuerliche Subsistenzlandwirtschaft genutzt. Die Bauern dort haben lediglich das Landnutzungsrecht, sie können ihr Land also weder verkaufen noch beleihen. Weitere 17 % des Staatsgebiets nehmen die Nationalparks ein. Die restlichen ca. 1 % entfallen auf 57 städtische Gebiete und größere Ortschaften mit einem administrativen Sonderstatus. Diese „unitary local authorities“ sind in der Karte aus Maßstabsgründen nicht dargestellt.

Die beiden herausragenden Wirtschaftszentren des Landes sind die Region um die Hauptstadt Windhoek (bis hoch nach Okahandja) und die Küstenregion um Walvis Bay / Swakopmund mit ihren Uranminen. Ein drittes, etwas kleineres Zentrum bildet das sogenannte *Mais-Dreieck* Tsumeb – Otavi – Grootfontein. Oshakati / Ondangwa und Rundu ganz im Norden leben weniger von der Warenproduktion als vielmehr vom Handel mit Angola und ihrer Funktion als städtische Zentren des Ovambolandes (Oshakati) bzw. der Kavango Region (Rundu). Kleinere Wirtschaftszentren im Süden sind Lüderitz (Fischfang und -verarbeitung) und Oranjemund (Zentrum des Diamantenabbaus).

## **Fazit und Ausblick**

Schaut man auf die Entwicklung Namibias, so kann man darüber streiten, ob das Glas nun halbvoll oder halbleer ist. Einerseits hat sich das Land insgesamt sicher besser entwickelt, als manche Pessimisten 1990 befürchtet hatten. Andererseits ist Namibia aber auch nicht zu dem Musterland für das restliche Afrika geworden, das sich manche Optimisten erhofft hatten.

Auf der Plusseite stehen vor allem die stabilen politischen Verhältnisse, eine starke, selbstbewusste Zivilgesellschaft, ein sehr hohes Maß an individueller Freiheit und Bestnoten bei Presse- und Meinungsfreiheit. Für die wirtschaftlichen Entwicklung ist das Fazit eher durchwachsen. Namibias Wirtschaft ist noch immer abhängig von nur wenigen Wirtschaftsbereichen und externen Faktoren ausgeliefert wie den Weltmarktpreisen für seine Rohstoffe, Dürrephasen und Auswirkungen der Corona-Pan-

demie. Noch immer fehlen vor allem Arbeitsplätze für die vielen gering- bis mittelqualifizierte jungen Namibier. Die daraus resultierende hohe Arbeitslosigkeit führt zu Armut und Kriminalität. Knapp die Hälfte der Bevölkerung lebt inzwischen in Squattersiedlungen am Rande der Städte unter erbärmlichen Lebensbedingungen.

34 Jahre nach seiner Unabhängigkeit steht Namibia wirtschaftlich und politisch vor einem Umbruch. Vor der Küste Namibias wurden kürzlich große Erdölvorkommen gefunden, hinzu kommen Großprojekte zur Produktion und zum Export von Grünem Wasserstoff, speziell im Süden des Landes. Diese neuen Ressourcen werden die Staatseinnahmen erheblich erhöhen und zu einem wirtschaftlichen Aufschwung von Lüderitz und wahrscheinlich auch Oranjemund führen. Es bleibt zu hoffen, dass Namibia diese Chance zum Wohle aller Namibier nutzen wird. Auch politisch zeichnet sich (zumindest mittelfristig) ein Wandel ab. Die Dominanz der SWAPO wackelt und jüngere Politiker wie etwa *Job Amupanda* und *McHenry Venaani* drängen an die Schaltstellen der Macht und auf eine Wachablösung der alten Comrades. Namibia könnten unruhige Zeiten bevorstehen.

## Literatur

BERTELSMANN: Country Report Namibia 2022. Online: <https://bti-project.org/en/reports/country-dashboard/NAM>.

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY: The World Factbook – Namibia. Online: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/namibia/>.

CHRISTIANSSEN, T. (2012): Hat Namibia seine Chancen genutzt? Eine Bilanz. *Allgemeine Zeitung Windhoek*, 16.04.2012. Online: [https://www.uni-giessen.de/de/fbz/fb07/fachgebiete/geographie/arbeitsgruppen/geoinfor/dateien/pdf\\_2012\\_5](https://www.uni-giessen.de/de/fbz/fb07/fachgebiete/geographie/arbeitsgruppen/geoinfor/dateien/pdf_2012_5).

CHRISTIANSSEN, T. (2016): Namibia. In: GIELER, W. (Hrsg.): Staatenlexikon Afrika. Geographie, Geschichte, Kultur, Politik und Wirtschaft. 2. Aufl. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Brüssel, New York, Oxford, Wien.

DESTATIS – STATISTISCHES BUNDESAMT: Namibia – Statistisches Länderprofil 07/2023. Online: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofil/namibia.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofil/namibia.pdf?__blob=publicationFile).

NSA – NAMIBIA STATISTICS AGENCY: Homepage. Online: <https://nsa.org.na>.

**Hinweis:** Das Copyright sämtlicher Fotos dieses Beitrags liegt beim Verfasser. Die im Text angegebenen Bevölkerungszahlen sind extrapolierte Schätzungen der 2011er Zensusdaten. Aktuelle Zahlen des vom 18.09. bis 03.11.2023 durchgeführten Bevölkerungszensus sollen Mitte 2024 veröffentlicht werden (vgl. NSA, <https://census.nsa.org.na>).

## Autor

Dr. Thomas Christiansen  
Almer Str. 19a  
D-59929 Brilon  
E-Mail: [thomas@tw-christiansen.de](mailto:thomas@tw-christiansen.de)

PLETSCH, ALFRED

## Von Wikinger bis WiFi – Historisch-geographische Spurensuche in Neufundland

Als *Newfies* werden in Kanada umgangssprachlich die Bewohner Neufundlands bezeichnet, wobei ein leicht abwertender Unterton unüberhörbar ist. Die Vorstellung, dass es sich in dieser östlichsten Provinz Kanadas (offiziell *Neufundland und Labrador*) um den unerschlossensten Teil des Landes mit einer in vielerlei Hinsicht rückständigen Bevölkerung handelt, ist nicht nur unter den Kanadiern weit verbreitet.

Dass dies so ist, mag nicht zuletzt an der „Außenseiterrolle“ liegen, die Neufundland nicht nur im geographischen Sinn innerhalb Kanadas spielt. Im Jahre 1867, dem Gründungsjahr des Landes als selbstverwaltetes Dominion, zeigte Neufundland wenig Interesse, als fünfte Provinz der neuen kanadischen Föderation beizutreten, zumal der Export von Kabeljau damals eine solide wirtschaftliche Basis darstellte. Auch der vorwiegend aus Irland stammende katholische Teil der Bevölkerung (32 %) war größtenteils gegen den Zusammenschluss mit dem englisch und protestantisch dominierten Kanada. Neufundland blieb zunächst Kronkolonie, wurde zwischen 1907 und 1934 sogar ein eigenständiges Dominion innerhalb des Britischen Empires und bildete damit einen dritten Staat in Nordamerika nördlich von Mexiko. Als Folge der Weltwirtschaftskrise Anfang der 1930er Jahre verlor es diesen Status jedoch wieder und wurde erneut britische Kronkolonie, bis zu einem Volksentscheid im Juli 1948, als sich eine knappe Mehrheit (52,3 %) der Bewohner für den Anschluss an Kanada entschied, der zum 31. März 1949 vollzogen wurde.

Lässt man die nördlichen Territorien Kanadas (Nordwest-Territorium, Yukon und Nunavut) unberücksichtigt, so steht *Neufundland und Labrador* 2021 hinsichtlich der Einwohnerzahl an vorletzter Stelle unter den kanadischen Provinzen (vor *Prince Edward Island* mit 154.331 Einw.). Im gleichen Jahr liegt es hinsichtlich des Pro-Kopf-Einkommens (29.646 kan\$) deutlich unter dem Landesdurchschnitt (33.029 kan\$). Bei einer Fläche von 404.720 km<sup>2</sup> (BRD 357.592 km<sup>2</sup>) und einer Gesamtbevölkerung von 510.550 Personen (2021) errechnet sich eine Einwohnerdichte von 1,3 Personen pro km<sup>2</sup>. Angesichts der Tatsache, dass etwa die Hälfte der Einwohner allein im Einzugsgebiet der Provinzhauptstadt St. John's lebt, ist diese Zahl allerdings wenig aussagekräftig. Das zeigt auch der Vergleich mit der Festland-Region Labrador, wo auf 294.330 km<sup>2</sup> Fläche nur 28.000 Menschen (0,01 pro km<sup>2</sup>) leben. Beunruhigend dabei ist, dass die Einwohnerzahl insgesamt, nach einem Höchststand von 568.475 Einw. im Jahre 1991, seitdem kontinuierlich rückläufig ist (Zahlen nach WIKIPEDIA).

Ein Blick in die Geschichte zeigt, dass die kolonisatorische Erschließung Neufundlands deutlich vor der eigentlichen Entdeckung Nordamerikas durch Kolumbus beginnt. Die ersten Kontakte europäischer Seefahrer mit dem nordamerikanischen Kontinent sind bereits um die erste Jahrtausendwende nachweisbar, als die Wikinger mit ihren wendigen Booten an der Nordspitze der Großen Nördlichen Halbinsel

### Inhalte und Textauszüge aus der Grænlendinga saga (GS)

„Bjarne Herjolfsson will von Island nach Grönland segeln, wird abgetrieben und erblickt eine unbekannte Küste.“ (GS, Kap. 2)

„Leiv Erikssons planmäßige Expedition. Entdeckt Helluland, Markland und Vinland, wo er „große Häuser“ baut und ein Jahr bleibt.“ (GS, Kap. 3-4)

„Torvald Erikssons Vinlandfahrt. Lässt sich in Leivs Häusern nieder. Kämpft mit Eingeborenen, wird getötet. Expedition bleibt zwei Jahre in Vinland.“ (GS, Kap. 5)

„Torfinn Karlsevnes Landnahmefahrt mit Frauen und Vieh. Lässt sich in Leivs Häusern nieder. (...) Bleibt zwei Jahre in Vinland.“ (GS, Kap. 7)

„Fröydis Fahrt, an der Männer und Frauen teilnehmen. Lassen sich in Leivs Häusern nieder. Bleiben ein Jahr in Vinland.“ (GS, Kap. 8-9)

„[Sie] kamen zu einer Insel, die nördlich des Lands lag und gingen dort hinauf und sahen sich bei gutem Wetter um. Sie fanden da Tau auf dem Gras und berührten da als Erstes mit den Händen den Tau und führten sie zum Mund und dachten, noch nie etwas Süßeres gekostet zu haben. (...) Dann beschlossen sie, diesen Winter da zu verbringen und bauten dort ein großes Haus. Da mangelte es weder im Fluss noch im See an Lachs, und zwar größerer Lachs, als sie je zuvor gesehen hatten. Das Land da bot so gute Versorgung, dass sie dachten, dass sie kein Winterfutter für das Vieh brauchen würden. Im Winter kam kein Frost, und das Gras verdorrte nur wenig. Da waren Tag und Nacht von ähnlicherer Länge als in Grönland oder Island. Am kürzesten Tag des Jahres war da die Sonne schon um 9 Uhr aufgegangen und schien bis nach 3 Uhr.“ (GS, Kap. 3)

„Und als der Frühling kam, bereiteten sie die Abreise vor, und Leif gab dem Land den Namen nach seinen Eigenschaften und nannte es Vinland. Sodann segelten sie aufs Meer hinaus und hatten guten Fahrtwind, bis sie Grönland sahen und die gletscherbedeckten Berge.“ (GS, Kap. 4)

(Quellen: INGSTAD 1983, S. 36; SIMEK 2016, S. 11 & 14)

(Great Northern Peninsula) Neufundlands an Land gingen. Ob Leif Eriksen, Sohn des legendären Erik des Roten, der Entdecker war, ist nicht mit Sicherheit bewiesen, ebensowenig wie die Frage, ob es sich bei Neufundland tatsächlich um das *Vinland* handelt, welches in den Vinland-Sagas (*Die Saga von den Grönländern* [Grænlendinga saga] und *Die Saga von Erik dem Roten* [Eiríks saga rauða]) beschrieben wird, die über die ältesten Wikingersiedlungen auf nordamerikanischem Boden berichten. Zu bedenken ist dabei, dass die *Saga von Erik dem Roten* vermutlich erst im 14. Jh. entstanden ist und dass es davon zwei sich zum Teil erheblich unterscheidende Versionen gibt. Auch die nur in einer einzigen Handschrift überlieferte *Saga von den Grönländern* wird in das 14. Jh. datiert und schildert die Reisen skandinavischer Siedler unter Leif Eriksson, die sie von Grönland nach *Helluland*, *Markland* und *Vinland* führten.

Der Entdecker dieser Siedlungen, der norwegische Archäologe Helge INGSTAD, schreibt hierzu: „Meine Theorie nach Vinlands Lage und die geplante Suche nach alt-nordischen Ruinen wurden mit nicht geringer Skepsis aufgenommen. Das war verständlich, denn eine umfassende Literatur hervorragender Forscher hatte seit zweihundert Jahren festgestellt, daß Vinland weit im Süden liegen müsse, im Gebiet der wilden Weintrauben. (...) Verständlich war auch, daß mein Plan, an Nordamerikas Küsten nach

tausendjährigen Gebäuderesten zu suchen, allgemein als Suche nach einer Nadel im Heuhaufen charakterisiert wurde“ (INGSTAD 1983, S. 93).

Dass INGSTAD's Vermutung tatsächlich die Richtige war, kam einer Sensation gleich. Nördlich von St. Anthony in **L'Anse aux Meadows** fiel ihm auf, dass diese Landschaft so völlig verschieden war von allem, was er bisher gesehen hatte. Aufgrund der Angaben in den Sagas hatte er an der Nordspitze Neufundlands das mögliche *Vinland* Leif Eriksons vermutet und bestätigt gefunden. In der Folgezeit wurden elf Torfhäuser und eine Schmiede in der Art, wie sie von den ersten Siedlern um das Jahr 1000 n. Chr. angelegt worden waren, ausgegraben und restauriert. 1978 wurde der „Historische Nationalpark L'Anse aux Meadows“ zum Weltkulturerbe erklärt, jedoch scheint damit die Suche nach den frühen Wikingersiedlungen noch längst nicht abgeschlossen (vgl. DÖNGES 2016; WIEDMANN 2016).

Ebenfalls in die Welterbeliste der UNESCO wurde 2013 **Red Bay** aufgenommen, heute ein eher unscheinbarer Ort an der nahezu menschenleeren Küste im Süden Labradors. Die Bucht, der die Siedlung ihren Namen verdankt, bildet einen Naturhafen, der wegen seiner geschützten Lage als einer der besten Hafenstandorte der gesamten Küste Labradors gilt und aufgrund dieser Eigenschaft über Jahrhunderte hinweg eine überregionale Bedeutung erlangen konnte. Möglicherweise ebenfalls bereits vor der Entdeckung Amerikas durch Kolumbus, gesichert aber spätestens ab 1543 war Red Bay ein Ziel baskischer Walfang-Flotten. Aus den Gebieten Südfrankreichs und Nordspaniens wurden je Saison 15 Walfangschiffe mit etwa 600 Mann Besatzung nach Red Bay ausgesandt, die in der gefährlichen und nur zeitweise eisfreien Belle-Isle-Straße Grönland- und Glattwale jagten. Damals galt Red Bay als unbestrittene *Welthauptstadt des Walfangs* (Abb. 1; vgl. auch TUCK & GREINER 1989).



Abb. 1: Red Bay an der Südküste Labradors – einst *Welthauptstadt des Walfangs* (Foto: © A. Pletsch)

Hypothesen, dass die Beziehungen der Basken zur Urbevölkerung Nordamerikas u. U. bis in die Vorgeschichte zurückreichen, werden gelegentlich von Sprach- und Kulturwissenschaftlern vertreten, die z. B. auf Ähnlichkeiten zwischen dem der kaukasischen Sprachfamilie zugerechneten Baskischen mit dem Athabaskischen Nordamerikas hinweisen. Beide werden im Sinne einer sprachgenetischen Einheit der sog. *Dené-Kaukasischen Makrofamilie* zugeordnet, deren Alter auf mindestens 20.000 Jahre datiert wird. Unterlegt ist dabei die Hypothese, dass es schon während der letzten Eiszeit Kontakte oder gar eine Migration euro-asiatischer Völker nach Nordamerika gegeben haben könnte (*Trittstein-Hypothese*). Gestützt wird diese Auffassung u. a. mit dem Verweis auf die Ähnlichkeiten der *Clovis Kultur* (vor 11.300 bis 9.800 Jahren), der ältesten indigenen Kultur Nordamerikas, mit der *Solutréen-Kultur* (vor 21.000 bis 16.000 Jahren), eine nach dem Fundort Solutré in Frankreich benannte Werkzeugkultur des Jungpaläolithikums, die auch im Baskenland (*Isturitz*) nachgewiesen ist.

In geschichtlicher Zeit werden vor allem die Interaktionen der der algonkischen Sprachfamilie zugehörigen indigenen Mi'kmaq-Stämme und der Innu mit baskischen Walfängern und Kabeljaufischern als Argumente für die sprachlichen Einflüsse durch die Übernahme von Vokabular in der einen oder anderen Richtung angeführt. Ein Ergebnis dieser Kontakte sind „bask-algonkische“ Mischformen, die sprachwissenschaftlich als Pidgin bezeichnet werden (vgl. BUBER 2014).

Vor dem Hintergrund dieser historischen Zusammenhänge ist die gelegentliche Auffassung, dass John Cabot (Giovanni Caboto, ~1450–1498) in Diensten des englischen Königs am 24. Juni 1497 als erster Europäer das amerikanische Festland in Labrador betrat, nicht haltbar. Unbestritten ist dagegen, dass sich der Name Neufundland von Cabots Bezeichnung *neue founde islande* ableitet (deutsch *neu gefundene Insel*). Knapp einhundert Jahre später nahm England 1583 die Insel offiziell in Besitz, ab 1610 wurde die *Kolonie Neufundland* Teil des Britischen Empires.

Im 17. Jh. konkurrierten England und Frankreich um die Insel. Damals erreichte der Kabeljaufang durch baskische und französische Fischer aus der Bretagne und der Normandie seinen Höhepunkt. Durch den Frieden von Utrecht 1713 fiel Neufundland zwar endgültig an England, Frankreich behielt jedoch die sog. „French Shore“ (zunächst die Nord-, später die Westküste Neufundlands) bis 1904 als Fischereigebiet. Die auf der Grundlage der Fischerei basierende Prosperität der Insel hatte bis ins 19. Jh. hinein weitere Einwanderungswellen zur Folge, mit hohen Anteilen aus Irland, Schottland und Skandinavien unter den Einwanderern.

Was trotz dieser Prosperität lange Zeit stagnierte, war der Ausbau der Infrastruktur, da der Fischfang als nahezu ausschließliche Quelle des Lebensunterhalts der Neufundländer Wege- und Straßenverbindungen auf der Insel bis weit ins 20. Jh. hinein überflüssig machte. Die Menschen lebten entsprechend isoliert in den Orten entlang der Küste und verkehrten per Boot miteinander. Die weltabgeschiedene Lage der Kommunen hatte zur Folge, dass sich Brauchtum, Folklore und sprachliche Charakteristika der einstigen Neuansiedler lange erhalten haben. Erst nach dem Anschluss

Neufundlands an Kanada (1949) und dem damit verbundenen Ausbau von Infrastruktur, Radio und Fernsehen erreichte die *Moderne* diese weltabgelegenen Dörfer und bedroht seither auch deren sprachliche und kulturelle Besonderheiten.

In dieser Situation mag es umso mehr überraschen, dass Neufundland als technologischer Brückenpfeiler zwischen Europa und Nordamerika stets eine wichtige Rolle gespielt hat, und dies buchstäblich auf mehreren Ebenen. Schon Mitte des 19. Jhs. kam dem New Yorker Kaufmann Cyrus W. Field die Idee, die Kommunikation zwischen Europa und Nordamerika durch ein **Seekabel** zu verbessern. Von der Regierung Neufundlands erwarb er das Recht, ein Kabel von den USA über Neufundland nach Europa zu legen. Im Jahr 1856 wurde die „Atlantic Telegraph Co.“ gegründet, um über deren Aktienverkauf die nötigen Geldmittel zu beschaffen. 1866 konnte das erste Kabel verlegt werden, das langfristig die Telegrafienverbindung zwischen Amerika und Europa sicherstellte. Knapp einhundert Jahre später wurde am 25. September 1956 zwischen Oban (Schottland) und Clarenville (Neufundland) die erste Transatlantische Telefonverbindung (TAT-1) in Betrieb genommen. Weitere Verbindungen mit Zwischenstation in Neufundland (TAT-2, CANTAT-1) folgten 1959 und 1961.

Eine nicht minder bedeutsame Brückenfunktion verbindet sich mit dem **Signal Hill** (Abb. 2), einem Felsvorsprung, der seinen Namen dem Flaggenmast verdankt, von dem aus früher Signale für den Schiffsverkehr durch die Meerenge von St. John's (*The Narrows*) gegeben wurden. Auf eben diesem Felsen hat Guglielmo Marconi 1901 die ersten drahtlosen Funksignale über den Atlantik erhalten, die von Poldhu im südenglischen Cornwall von seinem Mitarbeiter John Ambrose Fleming gesendet worden



Abb. 2: Der Signal Hill bei Saint John's – einst wichtiger Brückenpfeiler zwischen Europa und Nordamerika (Foto: © A. Pletsch)

waren (SIMONS 1996). Der Funkempfang bestand indessen nur aus drei kurzen Morsecodensignalen, wobei Skeptiker wegen der zu dem Zeitpunkt der Übertragung herrschenden schlechten Wetterlage und unter Berücksichtigung der schwachen Leistung der Sendestation in Poldhu von Beginn an in Frage stellten, ob die drei Klickgeräusche nicht etwa nur atmosphärische Störungen waren. Gesichert ist dagegen die Tatsache, dass etwas weiter im Süden von Signal Hill ein Leuchtturmwärter elf Jahre später als erster den SOS-Morsecode der sinkenden „Titanic“ empfing. Es waren Tage, in denen das abgelegene Neufundland plötzlich im Mittelpunkt des Weltinteresses stand.

Die Funktion als Brückenpfeiler ganz anderer Art hatte Neufundland für den **transatlantischen Flugverkehr**. Erstmals gelang den beiden Piloten John Alcock und Arthur Whitten Brown am 14./15. Juni 1919 in einem Nonstopflug die Atlantiküberquerung in West-Ost-Richtung. Der Flug startete in St. John's, Neufundland, die Landung erfolgte nach 16 Stunden und 12 Minuten Flugzeit und einer Flugstrecke von 3.667 km in der Nähe von Clifden in Irland. 13 Jahre später startete die Flugpionierin Amelia Earhart am 20. Mai 1932 von Harbour Grace auf der Avalon-Halbinsel aus zum ersten Alleinflug einer Frau über den Atlantik (GERSTE 2010; HOF 1989).

Die Entwicklung zu einem internationalen Hub des Flugverkehrs verbindet sich indessen mit dem Gander International Airport. Der Flughafen wurde von 1936 bis 1938 quasi in der menschenleeren Wildnis (*in the middle of nowhere*) erbaut, um Flugzeugen auf der *Great Circle Route*, der direkten Flugroute über den Nordatlantik, als Zwischenstopp zum Auftanken zu dienen. Auf vier gepflasterten Flugpisten nahm er im November 1938 seinen Betrieb auf und schon bald nach der Eröffnung galt er als der größte Flughafen der Welt (SEILER & SPRAETZ 2014; MAY 2024).

Besondere strategische Bedeutung erhielt Gander während des Zweiten Weltkriegs. Beinahe alle Flugzeuge, die während des Kriegs über den Nordatlantik nach Großbritannien und an die europäische Front und zurück flogen, mussten in Gander einen Tankstopp einlegen. Im November 1940 verließen die ersten sieben amerikanischen Militärflugzeuge den Flughafen in Richtung Europa. 20.000 weitere Jagdflugzeuge und Bomber sollten folgen. Rund um die Flugbasis lebten damals über 10.000 Menschen, überwiegend Bedienstete des Airports, in Barackenunterkünften.

Nach dem Zweiten Weltkrieg erlebte der zivile Flugverkehr über den Atlantik einen raschen Aufschwung. Für viele Fluggesellschaften war Gander die wichtigste Zwischenstation auf der Nordatlantikroute. Von hier aus konnte man die meisten Metropolen an der amerikanischen Ostküste und in Westeuropa erreichen. Ein Passagieraufkommen von 250.000 Personen und die Abfertigung von rund 13.000 Flugzeugen jährlich machten schon bald den Bau eines neuen Terminals notwendig. Er wurde 1959 eröffnet.

Doch schon wenige Jahre später änderte sich die Situation grundlegend. Der Flughafen, der damals mit dem Slogan „*Crossroads of the World*“ warb, erlebte in den 1960er-Jahren einen schnellen Niedergang. Die letzte Generation der viermotorigen Propellerflugzeuge ab 1956 und die neuen Düsenflugzeuge ab 1958 hatten genug

Reichweite, um den Atlantik ohne Zwischenlandungen zu überqueren, was die Bedeutung des Flughafens von Gander drastisch verminderte. Heute wird er vorwiegend noch von den kanadischen Streitkräften als Basis genutzt.

Angesichts dieser vielen Ereignisse von internationaler Bedeutung stellt sich naturgemäß die Frage nach den von ihnen ausgegangenen Entwicklungsimpulsen und deren Nachhaltigkeit. Die Antwort auf diese Frage ist eher ernüchternd: Die Wikingersiedlung „L'Anse aux Meadows“ ist heute ein Freilichtmuseum in der Einsamkeit des endlosen Nordens; Red Bay an der Küste Labradors zählt gerade einmal 142 Einwohner (2021), bei abnehmender Tendenz; Die Seekabel und Morsegeräte sind längst durch leistungsfähigere Kommunikationsträger ersetzt worden; Das Flugfeld Amelia Earharts in Harbour Grace ist eine grüne Wiese, auf der die Schafe weiden; Gander zählt heute gerade einmal 12.700 Einwohner (2021), nicht viel mehr als die Zahl der Beschäftigten, die ehemals in den längst verschwundenen Behelfsbaracken auf dem Flughafengelände untergebracht waren. Die Stadt selbst, ziemlich genau auf halber Strecke des Trans Canada Highways zwischen St. John's und Corner Brook gelegen, ist heute lediglich ein Etappenort mit Versorgungsfunktion für die sog. *Northern Outports*, jenen Hafenorten, die heute fast alle unter herben Bevölkerungsverlusten leiden, seit ein im Sommer 1992 verhängtes Moratorium den Fischfang vor den Küsten Neufundlands wegen der Überfischung der Kabeljaubestände verbietet (Abb. 3; vgl. BIELEFELD 2016). Natürlich denkt man auch an die Erdölförderung auf



Abb. 3: Seit dem Fischerei-Moratorium 1992 sind die Fischerhütten in vielen Outports Neufundlands verwaist (Foto: © E. Pletsch)

dem *Hibernia-Ölfeld* und dem *Terra-Nova-Ölfeld* im neufundländischen Schelfmeer (*Grand Banks*), aber das dort geförderte Öl wird irgendwo in der Welt weiterverarbeitet, nur nicht in Neufundland.

Welche Schlüsse sind daraus ableitbar? Alles deutet auf eine Bestätigung des weitverbreiteten Vorurteils hin, Neufundland sei einer der rückständigsten Teile Kanadas, wenn nicht gar das Schlusslicht. Dazu passt eine entsprechende Stigmatisierung der Bewohner und die Vorurteile über das sprichwörtlich schlechte Wetter, „*Neufundland-Wetter*“, wie die Kanadier sagen, wenn es nicht aufhören will zu regnen. Hinzu kommt die periphere Lage, ein großes Handicap etwa bei den Bemühungen, den Tourismus als belastbaren Erwerbszweig zu fördern. Traditionell zählen vor allem Jäger und Wanderer, auch Künstler und einige Individualtouristen zu Besuchern der Insel, häufig mit dem Campingmobil von anderen Teilen Kanadas oder von den USA aus unterwegs. Die Erschließung der außerordentlich reizvollen Felsenküste durch Wanderwege (z. B. der *East Coast Trail*) richtet sich vor allem an Besucher, die sich für die Natur begeistern. Hinzu kommt ein breites Angebot an sog. *Adventure Tours*, das sich an eine sportlich ambitioniertere Klientel richtet. *Whalewatching Boat Tours* oder *Iceberg Adventures* sind besonders in den Northern Outports (Zentrum Twillingate, Abb. 4 und 5) sehr populär.

Inzwischen hat auch der Pauschalтуризм diesen äußersten östlichen Vorposten Nordamerikas für sich entdeckt. St. John's an der Ost- und Corner Brook an der West-



Abb. 4: Bootstouren zu den driftenden Eisbergen gehören zu den touristischen Attraktionen Twillingates (Foto: © A. Pletsch)



**Abb. 5: Bester Zeitpunkt für die Beobachtung der driftenden Eisberge in der *Iceberg Alley* sind die Monate April bis Juni (Foto: © E. Pletsch, 6/2023)**

küste sind in den Sommermonaten Anlaufhäfen für Kreuzfahrtschiffe und erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Für den wirtschaftlich interessanteren Badetourismus fehlen jedoch die Voraussetzungen, obwohl Neufundland hinsichtlich des Breitengrads auf der Höhe der Bretagne liegt. Schroffe Felsenküsten, starke Brandung und vor allem der kalte Labradorstrom aus dem Norden sind hier unüberwindbare Barrieren. Auch hinsichtlich der Beherbergungskapazitäten bestehen Defizite, trotz einer deutlichen Zunahme des Bed-&-Breakfast-Angebots in den letzten Jahren.

Es gibt also zahlreiche Indikatoren, die das Vorurteil der Unterentwicklung zu bestätigen scheinen und die die schrumpfende Bevölkerungszahl der Provinz nachvollziehbar machen. Dem stellt sich die Regierung mit immer neuen Maßnahmenkatalogen und Förderprogrammen entgegen, zu denen z. B. auch die flächendeckende mediale Ausstattung zählt. Bereits 2009 hatten fast 70 % der Einwohner Internetzugang, inzwischen sind rund 90 % der neufundländischen Haushalte an das High-Speed-Internet angeschlossen, spätestens 2030 sollen es alle sein. Damit nimmt Neufundland unter den Provinzen Kanadas eine Spitzenstellung ein. Zumindest in dieser Hinsicht kann von Rückständigkeit somit keine Rede sein. Ob dies ausreicht, der künftigen Entwicklung der Provinz nachhaltig neue Impulse zu verleihen, bleibt abzuwarten.

## Literatur

- BIELEFELD, M. (2016): Die Fangfrage. MERIAN Heft Nr. 12/2016. Online: <https://www.zeit.de/entdecken/reisen/merian/neufundland-fischerei-verbot-kabeljau-kanada>
- BUBER (= Uberuaga, B. P., 2014): The Basque-Algonquin Language of Canada. Online: <https://buber.net/Basque/2014/10/27/the-basque-algonquin-language-of-canada/>
- DÖNGES, J. (2016): Eine zweite Wikingersiedlung in Amerika entdeckt. Online: <https://www.spektrum.de/news/eine-zweite-wikingersiedlung-in-amerika-entdeckt/1406550>
- GERSTE, R. (2010): Amelia Earhart. Der Traum von grenzenloser Freiheit. Regensburg.
- HOF, M. (1989): Amelia Earhart. Als erste Frau über den Atlantik. Das ungewöhnliche Leben einer Pionierfliegerin. Trier.
- INGSTAD, H. (1983): Die erste Entdeckung Amerikas – Auf den Spuren der Wikinger. Frankfurt/M, Berlin, Wien.
- MAY, R. et al. (2024): Ein Flughafen am Ende der Welt – Die Geschichte des Gander International Airport. Online: <https://gruppe5film.de/produktionen/ein-flughafen-am-ende-der-welt>
- SEILER, S. & A. SPRAETZ (2014): Die Kreuzung der Welt. In: *Lufthansa Exclusive* 3, S. 24–36. Online: [https://web.archive.org/web/20140316184436/http://www.lhm-lounge.de/downloads/standardbeitrag/604909/lh\\_1403\\_ex\\_Gander\\_24-37.pdf](https://web.archive.org/web/20140316184436/http://www.lhm-lounge.de/downloads/standardbeitrag/604909/lh_1403_ex_Gander_24-37.pdf)
- SIMEK, R. (2016): Vinland! Wie die Wikinger Amerika entdeckten. München. Online: [https://ebooks-fachzeitungen-de.ciendo.com/img/books/extract/3406697216\\_lp.pdf](https://ebooks-fachzeitungen-de.ciendo.com/img/books/extract/3406697216_lp.pdf)
- SIMONS, R. W. (1996): Guglielmo Marconi and Early Systems of Wireless Communication. In: *GEC Review* 11(1), S. 37–55. Online: <https://www.radarpages.co.uk/download/p37.pdf>
- TUCK, J. & R. GREINER (1989): Red Bay, Labrador World Whaling Capital AD1550–1600. *Atlantic Archaeology*. St. John's, Nfld.
- WIEDMAN, D. (2016): Vinland Saga maps the sailing route from Newfoundland, up the St. Lawrence River, to Quebec City. Online: <https://lavalhallalujah.wordpress.com/2016/12/25/vinland-saga-maps-sailing-route-from-newfoundland-up-st-lawrence-river/>
- WIKIPEDIA: Neufundland. Online: <https://de.wikipedia.org/wiki/Neufundland>

## Autor

Prof. Dr. Alfred Pletsch  
Körnerstraße 35  
35037 Marburg  
E-Mail: [pletsch@staff.uni-marburg.de](mailto:pletsch@staff.uni-marburg.de)

## Aktuelle Mitteilungen aus dem Fachbereich Geographie

**Vorbemerkung:** Im Folgenden werden ausgewählte aktuelle Mitteilungen aus dem Fachbereich zusammengefasst. Dabei wird nicht der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Es werden nur Personen angezeigt, die der Veröffentlichung ihrer Daten zugestimmt haben. Weitere Angaben finden sich auf der Webseite des Fachbereichs Geographie unter <https://www.uni-marburg.de/de/fb19/>.

### Mitteilungen der Arbeitsgruppen in alphabetischer Anordnung

#### Arbeitsgruppe Prof. Dr. MAAIKE BADER

(Physische Geographie: Biogeographie – Ökologische Pflanzengeographie)

Prof. Dr. MAAIKE BADER: Dr. Mónica Bibiana **Berdugo Moreno**, M.Sc. João Pedro **Costa Elias**, M.Sc. Lukas **Flinspach**, Dipl.-Geol. Nils **Jansen** (50 %), M.Sc. Diana **Jiménez**, Dr. Glenda **Mendieta Leiva**, M.Sc. Nada **Nikolić**, M.Sc. Nishtha **Prakash**, M.Sc. Lirey **Ramírez**, M.Sc. Qi **Yang**. Sekretariat: Marianne **Schäfer**.

#### 2023 erschienene Publikationen (Auswahl, siehe auch unter AG Bendix)

- BIRRE, D., [et al. + 6] & M. Y. BADER (2023): A new method for quantifying treeline-ecotone change based on multiple spatial pattern dimensions. In: *Landscape Ecology* 38/5. doi: 10.1007/s10980-022-01589-4
- MA, Y., [et al. + 5], BADER, M. Y. & P. PORADA (2023): Exploring environmental and physiological drivers of the annual carbon budget of biocrusts from various climatic zones with a mechanistic data-driven model. In: *Biogeosciences* 20: 2553–2572. doi: 10.5194/bg-20-2553-2023
- PORADA, P., BADER, M. Y., BERDUGO MORENO, M. B., [et al. + 17] (2023): A research agenda for non-vascular photoautotrophs under climate change. In: *New Phytologist* 237(5): 1495–1504. doi: 10.1111/nph.18631
- VAN DEN BRINK, L., [et al. + 8] & M. Y. BADER (2023): No home-field advantage in litter decomposition from the desert to temperate forest. In: *Functional Ecology* 37(5). doi: 10.1111/1365-2435.14285
- YANG, Q., BADER, M. Y., [et al. + 4] (2023): Mapping species assemblages of tropical forests at different hierarchical levels based on multivariate regression trees. In: *Forest Ecology and Management* 10. doi: 10.1016/j.fecs.2023.100120

#### Sonstiges (Organisation der folgenden Veranstaltungen)

- BADER, M. Y. & L. RAMIREZ: Erasmus „Blended Intensive Program“: Internationaler Kurs, zusammen mit der Universität Turku (Finnland) und der Universität La Réunion (Frankreich) einschl. Geländearbeit in Nordlappland und auf La Réunion.
- BADER, M. Y. & D. JIMÉNEZ (2/2023): Soluciones basadas en la Naturaleza frente el cambio climático en Colombia: contextos y efectos sociales y ecológicos (panel session in

the NISANSA conference „*Foro: Impactos sociales del cambio climático*“, Santa Marta, Colombia).

- BADER, M. Y., RAMIREZ, L., BERDUGO, M. B. & D. JIMENEZ (3/2023): *ColTreelines: Colombian treelines in a global context* (Manizales, Colombia).
- BADER, M. Y., RAMIREZ, L. & N. PRAKASH (6/2023): Jahrestagung des *Arbeitskreises Hochgebirge* im Marburger Haus in Hirschegg (Kleinwalsertal, Österreich).

## **Arbeitsgruppe Prof. Dr. SÖREN BECKER**

(Humangeographie: Nachhaltige Transformationsforschung)

Prof. Dr. SÖREN **BECKER**: Dr. Dorothea **Hamilton**, M.A. Tatjana Claudine **Veith**. Lehrbeauftragte: Dr. Maren **Brededorst**. Sekretariat: Susann **Schlesinger**.

### **2023 neu bewilligte Forschungsprojekte (Förderinstitution)**

- LOEWE-Schwerpunkt HABITAT – Health Affected by Climate Change and Air Pollution – Pathophysiology and Regional Management. Teilprojekt B2: User Experience Analyse (Land Hessen, HMWK).
- Versehrte Landschaften | Versehrte Körper: Feministische Perspektiven auf Transformationen nach Bergbau und Naturkatastrophen (FEM.TRAFO) (Land Hessen, HMWK).

### **2023 erschienene Publikationen (Auswahl)**

- BECKER, S. (2023): Widerstand und Infrastrukturen: das Beispiel Energiedemokratie. In: *sub\urban zeitschrift für kritische stadtforschung* 11(3/4): 283–291. doi: 10.36900/suburban.v11i3/4.914
- BECKER, S., [et al. + 4] & H. EICHMANN (2023): Wohlstand als Gegenstand und Perspektive der Raumforschung. In: *Nachrichten der ARL* 01/2023: 79–81. Online: [https://edoc.ku.de/id/eprint/32458/1/ARL\\_Magazin\\_01\\_2023-Wohlstand.pdf](https://edoc.ku.de/id/eprint/32458/1/ARL_Magazin_01_2023-Wohlstand.pdf)
- HAMILTON, D. & S. TROELENBERG (2023): ‘We are nature defending itself’ – The Forest of Dannenrod Occupation an Example of Contested Extractivism in the Global North. In: CALVÃO, F., ARCHER, M. & A. BENYA (Hg.): *The Afterlives of Extraction – Alternatives and Sustainable Futures. International Development Policy* 16. Online: <https://journals.openedition.org/poldev/5394>

### **Sonstiges (Teilnahme an nationalen/internationalen Tagungen)**

- VEITH, T. C. (1/2023): Tagung *Neue Kulturgeographie*, Halle/Saale. Vortrag: „Triologie für urbane Transformationen: Vorstellung eines Triologieformates als Instrument für Austausch und Vernetzung“.
- BECKER, S. (8/2023): Annual Conference of the Royal Geographical Society, London. Vortrag: „Contested Imaginaries of ‚future technologies‘: Geographical Perspectives“.
- BECKER, S.: Mitglied des Gutachter-Panels der zweistufigen Ausschreibung „Driving Urban Transitions“ im EU-Programm „Horizon“.

## Arbeitsgruppe Prof. Dr. JÖRG BENDIX

(Physische Geographie: Klimageographie & Umweltmodellierung)

Prof. Dr. JÖRG BENDIX: Sebastian Achilles, Dipl.-Inf. (FH) Maik Dobbermann, M.Sc. Ni-zom Farmonov, Dr. Paulina Grigušová, M.Sc. Linda Gruber (geb. Bringmann), M.Sc. Fanhao Kong, M.Sc. Leander Leist, M.Sc. Oliver Limberger, Dr. Alexey Noskov, PD Dr. Rütger Rollenbeck, M.Sc. Michaela Schütz (geb. Vorndran), M.Sc. Sheetaabh Gaurav, Dr. Boris Thies, Dr. Nazli Turini. Sekretariat: Birgit Kühne-Bialozyt.

### 2023 neu bewilligte Forschungsprojekte (Förderinstitution)

- Verwendung von HYPerspectral EnMAP-Daten für Upscaling und Langzeitüberwachung der mikrobiellen Aktivität von Phyllosphäre (BMWK, DLR).
- LOEWE-Schwerpunkt HABITAT – Health Affected by Climate Change and Air Pollution – Pathophysiology and Regional Management. Teilprojekte A1/A3/A5: Vergleich statistische Analyse und KI-Methoden und Teilprojekt B1: Prognose des Versorgungsbedarfs aufgrund von Wetter- und Umwelteinflüssen (Land Hessen, HMWK).
- Verbundprojekt BESTROPS: Variabilität der Biodiversität und ökosystemarer Leistungen entlang des El-Niño-Gradienten in peruanischen und brasilianischen Waldregionen; Teilvorhaben: Klimamodellierung –Klima-Feedback– und Prädiktionsmodell (BMBF).

### 2023 erschienene Publikationen (Auswahl aus <https://vhrz669.hrz.uni-marburg.de/lcrs/publications.do?cmd=showall>)

- BALLARI, D., [et al. + 5], TURINI, N. & J. BENDIX (2023): Satellite Earth Observation for Essential Climate Variables Supporting Sustainable Development Goals: A Review on Applications. In: *Remote Sensing* 15(11), 2716. doi: 10.3390/rs15112716
- GAURAV, S., EGLI, S., THIES, B. & J. BENDIX (2023): Harmonization of Meteosat First- and Second-Generation Datasets for Fog and Low Stratus Studies. In: *Remote Sensing* 15(7), 1774. doi: 10.3390/rs15071774
- GRIGUŠOVÁ, P., [et al. + 7] & J. BENDIX (2023): Mammalian bioturbation amplifies rates of both hillslope sediment erosion and accumulation along the Chilean climate gradient. In: *Biogeosciences* 20(15): 3367–3394. doi: 10.5194/bg-20-3367-2023
- NOSKOV, A., ACHILLES, S. & J. BENDIX (2023): Towards Forest Dynamics' Systematic Knowledge: Concept Study of a Multi-Sensor Visually-Tracked Rover Including a New Insect Radar for High-Accuracy Robotic Monitoring. In: *Frontiers in Ecology and Evolution* 11, 1214419. doi: 10.3389/fevo.2023.1214419
- POHL, M., THIES, B., BERDUGO MORENO, M.B., [et al. + 3], BADER, M.Y. & J. BENDIX (2023): Valleys are a potential refuge for the Amazon lowland forest in the face of increased risk of drought. In: *Communications Earth & Environment* 4, 198. doi: 10.1038/s43247-023-00867-6
- YI, L., [et al. + 4] & J. BENDIX (2023): Detection of dawn sea fog/low stratus using geostationary satellite imagery. In: *Remote Sensing of Environment* 294, 113622. doi: 10.1016/j.rse.2023.113622

- ZANDER, S., TURINI, N., [et al. + 7] & J. BENDIX (2023): The Spatio-Temporal Cloud Frequency Distribution in the Galapagos Archipelago as Seen from MODIS Cloud Mask Data. In: *Atmosphere* 14(8), 1225. doi: 10.3390/atmos14081225

#### Sonstiges (Teilnahme an internationalen Tagungen)

- VORNDRAN, M., SCHÜTZ, A., BENDIX, J. & B. THIES (7/2023): 9<sup>th</sup> International Conference on Fog, Fog Collection, and Dew, Fort Collins, Colorado, USA. Vortrag: „Pointwise Machine Learning Based Radiation Fog Nowcast with Station Data in Germany“.

### Arbeitsgruppe Prof. Dr. Dr. THOMAS BRENNER

(Humangeographie: Wirtschaftsgeographie & Standortforschung)

Prof. Dr. Dr. THOMAS BRENNER: M.Sc. Abdulhak Anwer **Alsharif**, Dr. Fatih **Çelebioğlu**, StE. Tobias Johannes **Hertrich**, M.A. Sonja **zu Jeddeloh**, W.M. Ann-Christine **Link**, M.Sc. Felix **Schmidt**, Dipl.-Inf. (FH) Robert **Schneider**. Sekretariat: N.N.

#### 2023 neu bewilligte Forschungsprojekte (Förderinstitution)

- LOEWE-Schwerpunkt HABITAT – Health Affected by Climate Change and Air Pollution – Pathophysiology and Regional Management (Wissenschaftliche Koordination) Teilprojekte A1/A3/A5: Vergleich statistische Analyse und KI-Methoden und Teilprojekt B1: Prognose des Versorgungsbedarfs aufgrund von Wetter- und Umwelteinflüssen (Land Hessen, HMWK).
- Lebens- und Adaptionszyklen regionaler Kooperation II: Ursachen und Wirkungen von Phasenübergängen (DFG).
- Analyse der Raumwirksamkeit und Evaluation des Gesamtdeutschen Fördersystems für strukturschwache Regionen (GFS) (Prognos AG, BMWK).
- Evaluation der Programmfamilie ‚Unternehmen Region‘ (Prognos AG, BMBF).

#### 2023 erschienene Publikationen (Auswahl)

- BRENNER, T. & S. ZU JEDDELOH (2023): Path dependence in an evolving system: a modeling perspective. In: *Cliometrica*. doi: 10.1007/s11698-023-00266-z
- ÇELEBIOĞLU, F. & T. BRENNER (2023): The resilience of German regions facing the crisis in 2008/2009: the effects of innovation, specialisation, qualifications, and sectoral structure. In: *Competitiveness Review*. doi: 10.1108/CR-07-2022-0109
- HERTRICH, T.J. & T. BRENNER (2023). Classification of regions according to the dominant innovation barriers: The characteristics and stability of region types in Germany. In: *Regional Science Policy & Practice* 15(9): 2182–2223. doi: 10.1111/rsp3.12711
- MOMB AUER, D., LINK, A.-C., & K. VAN DER GEEST (2023). Addressing climate-related human mobility through NDCs and NAPs: State of play, good practices, and the ways forward. In: *Frontiers in Climate* 5, 1125936. doi: 10.3389/fclim.2023.1125936

## Arbeitsgruppe Prof. Dr. PETER CHIFFLARD

(Physische Geographie: Bodengeographie & Hydrogeographie)

Prof. Dr. PETER CHIFFLARD: Dr. Mansour **Ahmadi Foroushani**, Dr. Kyle **Boodoo**, Dr. Christina **Fasching**, Dipl.-Geogr. Annika **Feld-Golinski**, Dr. Thomas **Hennig**, Dipl.-Geol. Nils **Jansen** (50%), M.Sc. Alicia **Knauff**, Petrina **Schick**, M.A. Katinka **Thielsen**, Dr. Ralf **Urz**, M.Sc. Ann-Kathrin **Wild**. Sekretariat: Marianne **Schäfer**.

### 2023 erschienene Publikationen (Auswahl)

- BRAUN, R.-J., LENGEMANN, CH., MEIBORG, CH. & R. URZ (2023): Von der Vorgeschichte bis zur Neuzeit – Ergebnisse der Grabungen 2017–2021 in der Kiesgrube bei Niederweimar. In: *Hessen-Archäologie* 2022: 296–300.
- CHIFFLARD, P., REISS, M., DITZEL, L., BOODOO, K. & C. FASCHING (2023): Erstmalige Quantifizierung des Exports von organischem Kohlenstoff aus isländischen Gletschern. Jahrbuch 2022 der Marburger Geographischen Gesellschaft: 187–200. Online: <https://www.uni-marburg.de/de/fb19/mgg/doc/jahrbuecher/jb-22-beitrag-chiffard-et-al.pdf>
- CHIFFLARD, P. & D. TRIML-CHIFFLARD (2023): Changing global water resources – A conflict potential for the future? In: *Geoökologie* 45: 41–59.
- HENNIG, T., HARLAN, T., TILT, B. & D. MAGEE (2023): Hydropower development in South Asia: Data challenges, new approaches, and implications for decision-making. In: *WIREs Water* 10(4). doi: 10.1002/wat2.1654
- URZ, R. (2023): Die prähistorischen Auensiedlungen des Lahntals um die Gemeinde Weimar, Landkreis Marburg-Biedenkopf (Hessen): Archäobotanische und geoarchäologische Forschungen zum Wandel von Landwirtschaft und Umwelt zwischen Frühneolithikum und Mittelalter. *Fundberichte aus Hessen*, Beihefte 12. Propylaeum Heidelberg. doi: 10.11588/propylaeum.1189
- URZ, R. & CH. LENGEMANN (2023): Leicht zu übersehen – Befunde des Endneolithikums und der Bronzezeit im Vorfeld des Kiesabbaus. In: *Hessen-Archäologie* 2022: 65–68.

### Sonstiges

- Prof. Dr. Chiffard ist seit dem 01.04.2023 Dekan des Fachbereichs Geographie.

## Arbeitsgruppe Prof. Dr. MARKUS HASSLER

(Humangeographie: Regionalforschung & Regionalpolitik)

Prof. Dr. MARKUS HASSLER: Dr. Sophie **Diconne**, Valerie Maria **Holzner**, Julius **Meyer**, Dr. Nicklas **Riekötter**, Johannes **Schmitt**, Dr. Julian **Schwabe**, Olga **Sorokina**, Alexandra **Stefanov**. Sekretariat: Susann **Schlesinger**.

### 2023 neu bewilligte Forschungsprojekte (Förderinstitution)

- BUFFER+ – BUFFER carbon + water in peatlands: landscape-based solutions for climate adaptation (EU INTERREG VB North West Europe, Laufzeit: 2023–2027).

### 2023 erschienene Publikationen (Auswahl)

- SCHWABE, J. & F. HENNIG (2023): Path dependencies in Turkish olive production: production arrangements of smallholders, middlemen, and cooperatives. In: *Asian Geographer*. doi: 10.1080/10225706.2023.2248978
- MEYER, J. & M. HASSLER (2023): Re-Thinking Knowledge in Community-Supported Agriculture to Achieve Transformational Change towards Sustainability. In: *Sustainability* 15(18):1–19. doi: 10.3390/su151813388
- SCHWABE, J. (2023): Regime-driven niches and institutional entrepreneurs: Adding hydrogen to regional energy systems in Germany. In: *Energy Research and Social Science* 108/2024. doi: 10.1016/j.erss.2023.103357

### Sonstiges (u. a. Teilnahme an nationalen/internationalen Tagungen)

- SCHWABE, J. (9/2023): Deutscher Kongress für Geographie, Frankfurt am Main. Vorträge: „The governance of value chains for mobility services in China“ und „Processes of embedding Chinese battery companies in Germany amidst sectoral transitions and political uncertainties“.
- SCHWABE, J. (10/2023): Gastvortrag an der Hue University of Agriculture and Forestry, Hue City (Vietnam): „Climate change mitigation and adaptation in rural areas in North-west Europe: Landscape management, agriculture and energy transition“.
- Prof. Dr. Hassler ist seit dem 01.04.2023 Prodekan des Fachbereichs Geographie.

### Arbeitsgruppe Prof. Dr. THOMAS NAUSS / Dr. DIRK ZEUSS

(Physische Geographie: Umweltinformatik)

Prof. Dr. THOMAS NAUSS/ Vertretungsprofessor Dr. Dirk ZEUSS: Dr. Temesgen Alemayehu **Abera**, M.Sc. Lisa **Bald**, M.Sc. Netra **Bhandari**, Betr.-Techn. Michael **Ehrhardt**, Dipl.-Inf. Spaska **Forteva**, Dr. Jannis **Gottwald**, Dipl.-Ing. (FH) Falk **Hänsel**, Dr. Lea **Heidrich**, M.Sc. Sophia **Just**, Dr. Ayoub **Moradi**, M.Sc. Mohammed A. **Muhammed**, Dr. Götz **Ossendorf**, M.Sc. Neelam **Rajput**, M.Sc. Pejvak **Ratgou**, M.Sc. Christian Mestre **Runge**, M.Sc. Elliot Samuel **Shayle**, M.Sc. Atefeh **Torkaman Pary**, M.Sc. Stephan Silvio **Wöllauer**, Dr. Luise Marie **Wraase**, M.Sc. Alice **Ziegler**. Sekretariat: N.N.

### 2023 neu bewilligte Forschungsprojekte (Förderinstitution)

- Biodiversitäts-Exploratorien. Teilprojekt „Instrumentation and Remote Sensing“ (DFG).
- Biodiversitäts-Exploratorien. Weiterleitungsvertrag zum Teilprojekt „Lokale Management Teams“ (DFG).
- Impacts of land use and climate change on temporal trajectories of microclimate buffering and water supply (Alexander-von-Humboldt Stiftung).
- Investigation of Biogenic Volatile Organic Compounds in Germany under Global Changes Using Multi-Sensor Remote Sensing and Modelling (Alexander-von-Humboldt Stiftung).

- PhytOakmeter: Using clonal oak phytometers to unravel acclimation and adaptation mechanisms of long-lived forest tree holobionts to ecological variations and climate change. Teilprojekt „Elucidating the links between environmental variation, plant phenology, and plant-herbivore interactions“ (DFG).
- LOEWE-Schwerpunkt Tree-M: Mechanismen der Resilienz und Umweltwirkung des Blattmikrobioms von Bäumen. Teilprojekt „Datenmanagement-Plattform“ (Land Hessen, HMWK).

### 2023 erschienene Publikationen (Auswahl aus <https://www.uni-marburg.de/en/fb19/disciplines/physisch/environmentalinformatics/publications>)

- BALD, L., GOTTWALD, J. & D. ZEUSS (2023): spatialMaxent: Adapting species distribution modeling to spatial data. In: *Ecology and Evolution* 13. doi: 10.1002/ece3.10635
- FERNANDEZ, R. N., ZEUSS, D., [et al. + 3] (2023): Body colour drives optimal insect phenology via thermoregulation. In: *Nature Communications*. doi: 10.21203/rs.3.rs-2844783/v1
- HEIDRICH, L., [et al. + 22] (2023): Effects of heterogeneity on the ecological diversity and redundancy of forest fauna. In: *Basic and Applied Ecology*. doi: 10.1016/j.baae.2023.10.005
- MORADI, A. & D. ZEUSS (2023): Investigation of the spatiotemporal patterns of air quality over the metropolitan area of Tehran, using TROPOMI and OMI data. In: *Air Qual Atmos Health*. doi: 10.1007/s11869-023-01450-w
- WRAASE, L., ZEUSS, D., MIEHE, G., NAUSS, T., [et al. + 10] (2023): Remote sensing-supported mapping of the activity of a subterranean landscape engineer across an afro-alpine ecosystem. In: *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 9. doi: 10.1002/rse2.303
- ZIEGLER, A., REUDENBACH, CH., NAUSS, T., [et al. + 3] (2023): Using GEDI as training data for an ongoing mapping of landscape-scale dynamics of the plant area index. In: *Environmental Research Letters* 18 075003. doi: 10.1088/1748-9326/acde8f

### Sonstiges

- Prof. Dr. Thomas Nauß ist seit 18. Februar 2022 Präsident der Philipps-Universität Marburg. Im Rahmen einer Vertretungsprofessur leitet Dr. Dirk Zeuß seither die Arbeitsgruppe kommissarisch.

### Arbeitsgruppe Prof. Dr. CARINA PETER (Geographiedidaktik)

Prof. Dr. CARINA PETER: Dr. Rieke **Ammoneit**, Dr. Phillip Tobias **Bengel**, StE. Leoni **Dörfel**, Laura Sophie **Rink**, StE. Philipp **Vestweber**. Sekretariat: Marianne **Schäfer**.

### 2023 erschienene Publikationen (Auswahl)

- AMMONEIT, R. & C. PETER (2023): Digitale Modellierung im Geographieunterricht. In: *Praxis Geographie* 6: 50–55.
- AMMONEIT, R., [et al. + 3] (2023): Why most definitions of modeling competence in sci-

ence education fall short: Analyzing the relevance of volition for modeling. In: *Science Education* 1–24. doi: 10.1002/sc.21841

- BENGEL, P. T. & C. PETER (2023): Technology in Nature – mDGBL as a Successful Approach to Promote Complex Contents? In: *Sustainability* 15(1). doi: 10.3390/su15010633
- DÖRFEL, L., AMMONEIT, R. & C. PETER (2023): Diversity in geography – An analysis of textbooks. In: *Erdkunde* 77(3): 195–212. doi: 10.3112/erdkunde.2023.03.02
- PETER, C. & R. AMMONEIT (2023): Forschendes Lernen in der Geographie. In: *Praxis Geographie* 6: 4–9.
- PETER, C. & S. SPRENGER (2023): Raumanalyse mit virtuellen Exkursionen. Mit digitalen Medien Exkursionskonzepte zum Hafen Hamburg und zum Wald gestalten. In: GRYL, I. & M. KUCKUCK (Hrsg.): *Exkursionsdidaktik. Geographische Bildung in der Grundschule*. Bad Heilbrunn: 213–227. doi: 10.35468/6025-13

### Sonstiges (Teilnahme an internationalen Tagungen)

- DÖRFEL, L. & C. PETER (4/2023): American Educational Research Association (AERA), Chicago (USA). Postervortrag: „Dimensions of diversity in German geography textbooks“.
- DÖRFEL, L. (7/2023): International Geographical Union (IGU) – Commission on Geographical Education (CGE), Oxford (UK). Vortrag: „Diversity in Geography – An analysis of textbooks“.
- BENGEL, P. T. (7/2023): International Geographical Union (IGU) – Commission on Geographical Education (CGE), Oxford (UK). Vortrag: „Extracurricular learning ‚next level‘: Using mobile digital game-based learning to teach complex content“.

## Arbeitsgruppe Prof. Dr. SIMONE STRAMBACH

(Humangeographie: Geographie der Dienstleistungen, Kommunikation & Innovation)

Prof. Dr. SIMONE STRAMBACH: PhD. Ebru **Başgül-Tangün**, M.Sc. Michael **Furkel**, Vladislav **Kargapolov**, Dr. Stephen Omwenga **Momanyi**, Dr. Britta **Renkamp**, M.Sc. Janek **Riedel**, M.Sc. Jan-Frederik **Thurmann**, M.Sc. Manuel **Weiß**. NISANSA-Verbundprojekt: Lena **Büttner**. Sekretariat: Susann **Schlesinger**.

### 2023 neu bewilligte Forschungsprojekte (Förderinstitution)

- From knowledge-intensive regions to transformative knowledge regions [TRAKR]. (Regional Studies Association UK, Research Networks), 2023–2026.
- Promoting regional sustainability transitions through transformative innovation policy: the shared agendas case. (Ministerio de Ciencia e innovation Spain, Kooperationsprojekt Universität Politécnica de Valencia, Instituto de Gestion de la Innovation), 2023–2026.
- Nachhaltige Transformationspfade, soziale Innovationen und die Rolle von Universitäten. Erasmus + KA 171 Kooperationsantrag und Mobilitäten [für Masterstudierende, Doktorand:innen, Staff] University Cape Town [UCT], Südafrika und Rongo University [RU], Kenia. (DAAD), Fortführungsbewilligung 2025–2027.

## 2023 erschienene Publikationen (Auswahl)

- TERSTRIEP, J., STRAMBACH, S., THURMANN, J.-F., et al. (2023): Social Innovation Measurement – Specifics, Challenges and Future Perspectives. In: HOWALDT, J. & C. KALETKA (eds.): Encyclopedia of Social Innovation, S. 438–447.
- TERSTRIEP, J., STRAMBACH, S., THURMANN, J.-F., et al. (2023): Webinar series: The Future of Social Innovation Measurement. Session 1 (30.03.2023), Session 2 (07.05.2023).

## Sonstiges (Teilnahme an internationalen Tagungen)

- STRAMBACH, S. (27.02.–01.03.2023): Forum Social Impacts of Climate Change in the Global South. University of Magdalena, Santa Marta (Kolumbien). Wissenschaftliche Panel-Ausrichtung und Einführungsvortrag: „Sustainability Innovation in Climate Change Pathways – Perspectives and Experiences from different (spatial) Contexts“.
- STRAMBACH, S. (06.03.–08.03.2023): ARUA-ACEIR Conference in Kapstadt (Südafrika): Climate Change and Inequalities Symposium, Justice in Transition – Transforming Social Inequalities Through Inclusive Action. Scene Setting Presentation: „Unequal Climate and Development Pathways – Transformative Innovation Policy“. Anschließend Forschungsaufenthalt bis zum 01.04.2023 an der Cape Town University.
- STRAMBACH, S. (27.09.–29.09.2023): Themenwoche ‚Nachhaltige Wissenschaft‘, Vortrag: „Kapazitätsherausforderung BNE für alle Studierenden einer Hochschule, das Fallbeispiel CIM Creativity and Social Innovation Hub Marburg“, Hannover (VW-Stiftung und DG Hoch<sup>N</sup> Netzwerk Deutschland).

## Weitere Mitteilungen von Wissenschaftlichen Mitarbeitern

(komplette Übersicht siehe: <https://www.uni-marburg.de/de/fb19/fachbereich/staff>)

### Dr. ANSGAR DORENKAMP (AkadR)

(Humangeographie: Lehrkraft für besondere Aufgaben)

- Dr. Dorenkamp ist seit 01.04.2023 Studiendekan des Fachbereichs Geographie.

### apl. Prof. Dr. STEFAN HARNISCHMACHER (StR. i. H.)

(Physische Geographie: Geomorphologie)

#### Publikation

- ZEPP, H., HARNISCHMACHER, S., HERGET, J. & T. KASIELKE (2023): Geomorphologie. *Grundriss Allgemeine Geographie*, 8. Auflage, Paderborn.

### Prof. i. R. Dr. GEORG MIEHE

(Physische Geographie: Biogeographie – Vergleichende Hochgebirgsforschung)

#### Forschungsprojekt (Förderinstitution)

- Verlängerung FOR 2358 The Mountain Exile Hypothesis [Phase 2] (DFG).

### 2023 erschienene Publikationen (siehe auch unter AG Nauß)

- ASEFA, A., MIEHE, G., [et al. + 4] & N. FARWIG (2023): Human activities modulate reciprocal effects of a subterranean ecological engineer rodent, *Tachyoryctes macrocephalus*, on Afroalpine vegetation cover. In: *Ecology and Evolution* 13(7). doi: 10.1002/ece3.10337.
- MIEHE, G., [et al. + 3] & U. SCHICKHOFF (2023): What do we know about treelines of the Anthropocene in High Asia. In: *Plant Diversity*. doi: 10.1016/j.pld.2023.08.005

### Dr. SEBASTIAN MÜLLER

(Leiter des Mineralogischen Museums)

- **Organisation** der mineralogischen Sonderausstellung „Steingarten – Mineralogie trifft Botanik“ vom Januar bis März 2023 in den Gewächshäusern des Botanischen Gartens Marburg. Mehr Informationen dazu unter <https://www.uni-marburg.de/de/fb19/minmus/ausstellung/mineralogie-trifft-botanik>.
- **Teilnahme** an der *MinWien23* (Konferenz der Mineralogischen Gesellschaften von Deutschland, Österreich und der Slowakei) vom 17. bis 21. September 2023 in Wien mit Vortrag über „Minerals in a greenhouse environment – A cross-disciplinary exhibition“.

### Prof. i. R. Dr. CHRISTIAN OPP

(Physische Geographie: Bodengeographie & Hydrogeographie)

#### 2023 erschienene Publikationen

- ABBASI, N., [et al. + 6], OPP, CH. & S. SIEBERT (2023): Mapping Vegetation Index-Derived Actual Evapotranspiration across Croplands Using the Google Earth Engine Platform. In: *Remote Sensing* 15, 1017. doi: 10.3390/rs15041017
- ABBASI, N., [et al. + 5], OPP, CH. & S. SIEBERT (2023): Crop water use dynamics over arid and semi-arid croplands in the Lower Colorado River Basin. In: *European Journal of Remote Sensing* 56, No. 1, 2259244. doi: 10.1080/22797254.2023.2259244
- ALLAFTA, H. S. A. & CH. OPP (2023): Nitrogen and phosphorus discharge loads assessment using the SWAT Model: a case study of the Shatt Al-Arab river basin. In *Applied Sciences* 13(14), 8376. doi: 10.3390/app13148376
- AMIRGALIEV, N., [et al. + 4] & CH. OPP (2023): Long-Term Dynamics of Persistent Organic Pollutants in Water Bodies of the Aral Sea-Syrdarya Basin. In: *Applied Sciences* 13(20), 11453. doi: 10.3390/app132011453
- HAMZEH, N. H., [et al. + 3] & CH. OPP (2023): Investigation of the Low-Level Jet Role in Transportation of Shamal Dust Storms in Southwest Iran. In: ICACPNA 2023 – International Conference on Atmospheric Chemistry, Physics, Nucleation and Aerosols. Sydney, January 30–31, 2023 = *Open Science Index, Environmental and Ecological Engineering* 17/01. doi: 10.3390/atmos13121990
- MADIBEKOV, A., [et al. + 5] & CH. OPP (2023): Spatial distribution of Cu, Zn, Pb, Co, Ni in

the soils of Ili River delta and State Natural Reserve „Ili-Balkhash“. In: *Applied Sciences* 13(10), 5996. doi: 10.3390/app13105996

### **Sonstiges (Forschungsaufenthalte)**

- Forschungsaufenthalt vom 23.–31.03.2023 zur Staub- und Sedimentprobennahme in der Kyzylkum-Wüste und im südlichen Aralseegebiet.
- Vorbereitung der Second Central Asian DUst Conference (CADUC-2) in Nukus (Usbekistan), einschließlich Vorbereitung der Mid-Conference-Tour nach Muinyak (Aralsee) und der Post-Conference-Exkursion nach Khiva, Kyzylkum-Wüste und Bukhara (Usbekistan).

## **Im Berichtsjahr 2023 abgeschlossene Examina**

### **Promotionen (Dr. rer. nat.)**

- ABBASI, NEDA: „Crop Water Use Estimation Using Remote Sensing and Google Earth Engine“ (Betreuer: Prof. Dr. Ch. Opp)
- BENGEL, PHILLIP TOBIAS: „Modern Technology in Geography Education – Mobile and Virtual Approaches for Extracurricular Environments“ (Betreuerin: Prof. Dr. C. Peter)
- GRIGUŠOVÁ, PAULINA: „Impact of bioturbation on sediment redistribution in coastal Chile – As estimated by combining remote sensing, machine learning and semi-empirical modelling“ (Betreuer: Prof. Dr. J. Bendix)
- MOMANYI, STEPHEN OMWENGA: „Institutional dynamics in the emergence of hybrid organisational fields in the Global South – Multi-scalar perspective in the evolution of social enterprises in Kenya“ (Betreuerin: Prof. Dr. S. Strambach)
- RIEKÖTTER, NICKLAS: „Sustainability in Viticulture – Agroforestry and Organic Wine Production in the Mosel Region, Germany“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- WRAASE, LUISE MARIE: „Climatic and ecological dynamics in an afro-alpine ecosystem: Spatio-temporal modelling using remote sensing and machine learning“ (Betreuer: Dr. D. Zeuß)

### **Master-Abschlüsse (M.Sc. und M.A. IDS)**

- AL AHMAD, AHMAD: „Herausforderungen der Integration von Migranten in urbanen und ländlichen Räumen Hessens – Eine quantitative Analyse am Beispiel des Landkreises Marburg-Biedenkopf und der Stadt Kassel“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- BASTIJANS, JAN-ERIC: „Raum-zeitliche Quantifizierung von Mikroplastik in hessischen Bodendauerbeobachtungsflächen“ (Betreuer: Prof. Dr. P. Chiffard)
- BECKER, LEONIE: „Chancen und Herausforderungen von Coworking Spaces für abhängig Beschäftigte als soziale Innovation und Treiber nachhaltiger Transformation am Beispiel der Metropolregion München“ (Betreuerin: Prof. Dr. S. Strambach)
- BIRGEL, FRAUKE: „Das Gartencenter als Standort der Ernährungssicherung“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)

- BOUWMAN, CHRISTIN: „Wirtschaftsförderung in einem bundesländerübergreifenden Regionalverbund – Die ,(Wirtschafts-)Region der Mitte““ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- CHEN, ZILIANG: „Eine Studie über die koreanische Kulturindustrie auf der Grundlage der GPN-Theorie“ (Betreuer: Dr. J. Schwabe)
- FISCHER, OLIVER: „Sustainable food production systems: A comparative analysis of case studies in Belgium and Italy“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- FRANZ, FLORIAN: „Vergleich von mit Drohnen und Flugzeugen aufgenommenen Luftbildern und deren Auswertemöglichkeiten für die forstwirtschaftliche Praxis“ (Betreuer: Dr. B. Thies)
- HENN, FRANZISKA: „Effekte von EU-Förderprogrammen auf ländlichen Tourismus: Rolle, Kooperation und Maßnahmen von regionalen Akteuren in ausgewählten LEADER-Regionen“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- HOLM, ALICIA: „Ausprägungen und Folgen des Strukturwandels im Einzelhandel: Nachnutzungsmöglichkeiten für innerstädtische Einzelhandelsimmobilien in deutschen Mittelzentren“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- JUST, SOPHIA: „Bee habitat suitability modeling using landscape metrics in the southern slopes of Mt. Kilimanjaro“ (Betreuer: Dr. D. Zeuß)
- KALTENTHALER, PAUL TIM: „Innovationskonzepte im Kontext von Smart City: Ein Vergleich strategischer Schwerpunktsetzungen im urbanen und peripheren Raum“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- KOLBENSCHLAG, TIMO: „Institutional and Organizational Change in Integrated Water Resources Management – Insights from the Urban Area of Macro-river-basin Magdalena-Cauca in Colombia“ (M.A. IDS, Betreuerin: Prof. Dr. S. Strambach)
- KÜHL, MIRCO: „Elektromobilität in Deutschland: Eine Analyse von Wechselbeziehungen zwischen Förderungen, Patenten und Unternehmenswachstum in kleinen und mittleren Unternehmen“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- MAIER, JAKOB: „Green Growth: Eine Paneldatenanalyse zur Untersuchung des Einflusses von CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die wirtschaftliche Entwicklung“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- MEIER, HEIDELINDE: „Organisierung und kollektives Handeln von Arbeiter\*innen bei Essenslieferdiensten als Reaktion auf prekäre Arbeit“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- NEUMANN, ANNI: „Kreative Strategien der temporären Nutzung von Ladenleerstand in der Marburger Oberstadt“ (Betreuerin: Prof. Dr. S. Strambach)
- NGUYEN, THAN MAI: „Die Gestaltung von Reisendeninformation zur Förderung der nachhaltigen und intermodalen Fahrradmobilität – Im Kontext des Nahverkehrs der Deutschen Bahn“ (Betreuerin: Prof. Dr. S. Strambach)
- PAULUS, LUCA EVA: „Etablierung der Elektromobilität in Unternehmen und Gewerben – Rolle, Maßnahmen und Herausforderungen öffentlicher Akteure auf kommunaler Ebene in Hessen“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)

- PERZLMAIER, LENA: „Field Boundary Delineation in Small-Scale Farming Systems Using Deep Learning“ (Betreuer: Prof. Dr. J. Bendix)
- SAHIN, CEMRE: „Standortverlagerung in den ländlichen Raum? Chancen von Unternehmen hinsichtlich einer Umsiedelung in ein nachhaltiges Gewerbegebiet – Am Fallbeispiel ‚Interkommunaler Gewerbepark Oberhessen‘“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- SCHIEFER, HENRY: „Der Beitrag von Echtzeitriskodiensten zu Naturkatastrophenmeldungen – Die Beispiele Hunga Tonga Vulkanausbruch 2022 und die Erdbeben in der Türkei und Syrien 2023“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Harnischmacher)
- SCHMITT, JOHANNES: „Nachhaltigkeitspotentiale in Lebensmittelsystemen. Solawi-Netzwerke in Deutschland“ (Betreuer: Dr. J. Schwabe)
- SCHUSTER, MAURICE: „The New Productivity Paradox of Information and Communication Technology: A Longitudinal and Cross-Sectional Analysis of EU KLEMS Total Factor Productivity on Industry-Level“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- SIMON, CHRISTIAN: „Abschätzung der kurzfristigen Auswirkungen bei Ausfall von kritischer Infrastruktur in Folge eines Extremhochwasserereignisses – Eine GIS-Analyse in der Gemeinde Marburg“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Harnischmacher)
- SORGER, LYSANIA: „Ziele und Grenzen wohnungspolitischer Regulierung – Eine Analyse am Beispiel des Leipziger Wohnungsmarktes“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- STROBEL, JULIAN: „Green Growth Potential und wirtschaftliches Wachstumspotential des Kreises Wesel“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- TERÁN SALGUERO, NICOLE I.: „Sustainability Transition to the Blue Economy in the Canary Islands – An empirical case study on marine biotechnology“ (Betreuerin: Prof. Dr. S. Strambach)
- UHL, MARKUS: „How Does a Whole Institution Approach Foster Sustainable Development? – Insights From the University of Waterloo and the Wilfrid Laurier University“ (Betreuerin: Prof. Dr. S. Strambach)
- URETSCHLÄGER, NINA: „Evaluating life cycle assessment models from a global environmental justice perspective: a case study of solar photovoltaics manufacturing in Sarawak, Malaysia“ (M.A. IDS, Betreuer: Dr. J. Schwabe)
- ZIEREISEN, CARL: „Spatio-temporal variations of drizzle in the Galápagos Archipelago based on CloudSat/CALIPSO“ (Betreuer: Prof. Dr. J. Bendix)

### **Bachelor-Abschlüsse (B.Sc.)**

- BEISSE, OLIVER: „From Cones to Pixels – Digitale Segmentierung von Zapfen an Koniferen in Lacanau“ (Betreuer: Dr. Ch. Reudenbach)
- BISCHOFF, LUISA: „Nachhaltiges Stadtmodell – Green-, Smart- oder Eco-City?“ (Betreuer: Dr. J. Schwabe)
- BULUT, ESMA: „Gesamtgesellschaftliche Integration durch Arbeitsmarktintegration? Eine Analyse der Chancen und Herausforderungen arbeitsmarktbezogener Maßnahmen“

für Migrant:innen am Beispiel der *Werkstatt für junge Menschen e.V.* in der Mittelstadt Eschwege“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)

- DEHN, HANNES: „Satellitengestützte Untersuchung der Resistenz, Erholung und Resilienz eines nordhessischen Buchenwaldes als Reaktion auf Trockenheit“ (Betreuer: Dr. B. Thies)
- DZIERZAWA, LINA: „Gefahrenpotential eines historischen Lavastroms in der heutigen Zeit: Eine simulative Studie auf Basis der Ätna-Eruption von 1669“ (Betreuer: Dr. S. Müller)
- FUNK, MORITZ: „Detektion potenzieller Meiler-Plattformen in ausgewählten Bereichen des Burgwaldes mit Hilfe einer GIS-gestützten digitalen Reliefanalyse“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Harnischmacher)
- GERKEN, KLARA: „New mammalian lower jaw from the Late Cretaceous Lance Formation (Wyoming, USA): taxonomic and palaeoecological implications“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Harnischmacher)
- GÖRDES, THOMAS: „Nachnutzung im Münsterland: Welche Faktoren sind für einen erfolgreichen Umsetzungsprozess bei der Nachnutzung von ehemaligen Textilstandorten maßgeblich“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Becker)
- HANNES, SINA: „Städtische Parkanlagen als Beitrag zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung – Welche Nachhaltigkeitsmaßnahmen werden im Hamburger Park ‚Planten un Blumen‘ bereits umgesetzt und wo bestehen weitere Potenziale?“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- HENNING, LEA: „Der Einfluss von invasiven Neophyten auf die heimischen Pflanzenarten im Marburger Universitätswald“ (Betreuer: Dr. S. Müller)
- JOST, LAURA: „Das Smart Tourism City Konzept – Eine Analyse der Herausforderungen bei der Etablierung am Beispiel der Stadt Kassel“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- JÜNGST, FREDERIC DANIEL: „Der Einfluss der Corona-Pandemie auf Urlaubsreisen und deren Umweltwirkungen: Eine Analyse am Beispiel der Beherbergungsgewerbe Campingplätze in Bayern“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- KIENTZLER, PATRICK: „Der ökonomische Aufstieg von Südkorea: Eine Analyse ausgewählter wirtschaftsgeographischer Einflussfaktoren im Zeitraum von 1960–2020“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- KOCH, ALICIA: „Der Einfluss invasiver Pflanzen auf die heimische Flora des Marburger Universitätswaldes“ (Betreuer: Dr. J. Kluge)
- KREUGER, LUIS: „Chancen und Herausforderungen von Agri-Photovoltaik in Deutschland“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- KUPKA, NINA: „Die nichtfinanzielle Berichterstattung als Mittel zur Darstellung von Nachhaltigkeitsaspekten in Unternehmen – Eine Analyse der ökonomischen, ökologischen und sozialen Indikatoren der GRI-Standards am Beispiel des DAX 40“ (Betreuer: Dr. A. Dorenkamp)
- KWIATKOWSKA, EWELINA: „Potenziale des Urlaubs auf dem Bauernhof in Polen. Eine Analyse am Beispiel des Landkreises Landsberg an der Warthe“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Harnischmacher)

- MAECKER, LUIS: „Modelling Patterns of Butterfly Species Richness in Pakistan: Stacking species distribution models using an ensemble of tuned models“ (Betreuer: Dr. D. Zeuß)
- MEYER, JENS: „Satellitengestützte Analyse der Phänologie der Laubwälder im Nationalpark Kellerwald-Edersee“ (Betreuer: Dr. B. Thies)
- NÖRTEMANN, ETIENNE ROMARIO: „Javanisierung von Bali – Migration in Indonesien“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- OTT, AARON: „Preissteigerungen von landwirtschaftlicher Nutzfläche – Ursachen, Folgen und mögliche Gegenmaßnahmen“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- PFEIL, LUCIA: „Klimanotstand – Eine akteursbezogene Prozessanalyse in Wuppertal“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Becker)
- SCHERG, JANA: „Alternativer Handel im Lebensmittelsektor. Wertketten von nachhaltig bezogenem Palmöl in Deutschland“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- SELENT, JUSTUS: „Der verschwindende Strand: Eine geographische Konfliktanalyse um Heiligenhafens Tourismusmagneten“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Becker)
- SOMMER, STEFANIE: „Patentanmeldungen in Deutschland: Eine Analyse des regionalen Einflusses von Beschäftigung, Qualifikation, politischen Fördermaßnahmen und Gründungen in ausgewählten Technologieklassen“ (Betreuer: Prof. Dr. Dr. T. Brenner)
- STANETZEK, EVA: „Regionale Wertschöpfungsketten in der Apfelweinproduktion – Streuobstwiesen im Rhein-Main-Gebiet“ (Betreuer: Dr. M. Riekötter)
- STAUDENMAIER, BENJAMIN: „Transition des Geldsystems? Akteurskonstellationen und transformatives Potenzial der Komplementärwährung „Klimabonus““ (Betreuer: Dr. J. Schwabe)
- STRAUSS, BIRTE: „Nachhaltige Stromproduktion in Marburg. Ein Vergleich unterschiedlicher Energieträger hinsichtlich Auswirkungen auf Flächenumwandlung und Landschaftsbild“ (Betreuer: Dr. J. Kluge)
- UEBE, MICHAEL: „Auswirkungen externer Krisenereignisse auf ausgewählte innerstädtische Dienstleistungsbranchen am Beispiel Frankfurt am Main“ (Betreuerin: Prof. Dr. M. Paal)
- VAKHITOVA, KATERINA: „Zeitliche Variabilität des organischen Kohlenstoffs im Gletscherabfluss des Falljökull, Island“ (Betreuer: Prof. Dr. P. Chiffard)
- VANDAMME, MALTE: „Faktoren der Nitratreduktion in Fließgewässern – Der Einfluss von Dürre und Gewässerstrukturgüte auf den Nitratgehalt im Längsverlauf des Riedgrabens (Hessen)“ (Betreuer: Prof. Dr. P. Chiffard)
- WELKER, ROMAN: „Kommunale Wärmeplanung – Qualitative Raum- und Akteursanalyse zur Ermittlung von Potentialen und Hindernissen“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Becker)
- WERNER, LISANNE: „Die Nachhaltigkeit von Arganöl – Eine Analyse im Konzept der globalen Produktionsnetzwerke“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- XANDER, LASSE: „Effects of tree canopy cover on soil moisture and soil organic carbon on coffee agroforestry farms in Laos: Development of a canopy cover prediction model“ (Betreuer: Dr. D. Zeuß)

## Staatsexamen für das höhere Lehramt (L3)

(nur Abschlüsse mit Hausarbeit im Fach Erdkunde)

- BENDER, FRANZISKA: „Wahrnehmung und Wertschätzung heimischer Biodiversität durch unterschiedliche Raumperspektiven – Konzeption und Evaluation eines digitalen Lehrpads für die 10. Jahrgangsstufe“ (Betreuer: Dr. P. T. Bengel)
- CONTE, MARINA: „Das ‚Tote Moor‘ am Steinhuder Meer mit mobilen digitalen Medien erleben – Konzeption eines außerschulischen Lernortes für den Erdkundeunterricht an Gymnasien“ (Betreuer: Dr. P. T. Bengel)
- EITZENHÖFER, JONAS: „Das hydrologische Einzugsgebiet der Eder sowie deren gesellschaftliche Nutzung in den Bereichen Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz und Tourismus“ (Betreuer: Prof. Dr. P. Chiffard)
- HELMER, ANNA: „Auswirkungen von Großveranstaltungen auf die Bodenverdichtung und Infiltrationskapazität der ufernahen Aueböden im Bereich der Marburger Lahnwiesen“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Harnischmacher)
- HÜHNE, JOHANNES CHRISTIAN: „Die Rheinkorrektion im 19. Jahrhundert – Eine Bewertung der durchgeführten Maßnahmen unter ökologischen, gesellschaftlichen und hydrologischen Aspekten“ (Betreuer: Prof. Dr. P. Chiffard)
- KRÄMER, SÖHNKE: „Der Windkraftausbau in Sinzig: Qualitative Analyse der Akteurspositionen eines lokalen Energiekonflikts“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Becker)
- JAHN, CHRISTOPHER LENNERT: „Bewertung der Hochwasserschutzmaßnahmen im Harz in Bezug auf das Hochwasserereignis im Sommer 2017 sowie dessen Anpassungen und Veränderungen seit diesem Ereignis“ (Betreuer: Prof. Dr. P. Chiffard)
- LIPS, SALOMON: „Klimaschutz(bei)räte als Instrument im kommunalen Klimaschutz? – Eine systemtheoretische Analyse“ (Betreuer: Prof. Dr. S. Becker)
- OLDACH, TOBIAS: „Potenziale von außerschulischen Lernorten für den Geographieunterricht – Das Beispiel *Alter Botanischer Garten* in Marburg“ (Betreuerin: Prof. Dr. C. Peter)
- OTTO, JOHANNA: „Die Stadt heute – zu heiß zum (Über)Leben?“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)
- STAPELMANN, TILL: „Die Auswirkungen des Fleischkonsums in Deutschland auf die Flächennutzung im brasilianischen Regenwald“ (Betreuer: Prof. Dr. M. Hassler)