



Até à vista Cabo Verde!

Photo: Martin Visbeck / GEOMAR

HELMHOLTZ
RESEARCH FOR GRAND CHALLENGES



Photo: Edson Silva Delgado

Ocean Science Centre Mindelo - Neue Plattform
der Meeresforschung im tropischen Atlantik

*Ocean Science Centre Mindelo - New Platform
for Marine Science in the Tropical Atlantic*



Bom dia Cabo Verde!

Das Cap-Vert, das „Grüne Kap“, nahe der senegalesischen Hauptstadt Dakar gilt gemeinhin als westlichster Punkt Afrikas. Das trifft aber nur für Festlandafrika zu, denn 600 Kilometer vor der Küste des Senegals liegt in den Weiten des Atlantiks noch eine aus 15 Eilanden bestehende Inselgruppe von denen neun bewohnt sind: die Kapverdischen Inseln.

Einst portugiesische Kolonie, Umschlagplatz im atlantischen Sklavenhandel und später Zwischenstation für transatlantische Dampferlinien, erlangten die Inseln 1975 zusammen mit dem westafrikanischen Guinea-Bissau die Unabhängigkeit. Seit 1981 bilden sie einen eigenen Staat: die Republik Cabo Verde. Ihre Geschichte hat einen einzigartigen Kulturmix aus europäischen und afrikanischen Einflüssen entstehen lassen. Noch sind die Kanarischen Inseln, Madeira oder die Azoren als Touristenziel im östlichen Nordatlantik bekannter. Doch die Zahl der Gäste auf den Kapverden steigt. Dabei handelt es sich nicht nur um Urlauber. Immer mehr Meeresforscherinnen und Meeresforscher aus der ganzen Welt kommen nach Kap Verde, um von dort aus Arbeiten in dieser wissenschaftlich hochinteressanten Region des Atlantiks durchzuführen.

The Cap-Vert, the "Green Cape", near the Senegalese capital Dakar is commonly considered the western most point of Africa. But this only applies to mainland Africa. Located about 600 kilometers off the coast of Senegal in the midst of the wide Atlantic Ocean one comes across an archipelago of 15 islands, nine of which are inhabited: the Cape Verde Islands.

Once Portuguese colony, transshipment point in the Atlantic slave trade and later stopover for transatlantic steamer routes, the islands acquired their independence in 1975 along with the West African Guinea Bissau. Since 1981 they form an independent state, the Republic of Cabo Verde. Its history has brought about a unique cultural mix of European and African influences. Although the Canary Islands, Madeira or the Azores are still better known as a tourist destination in the Eastern North Atlantic, the number of guests on the Cape Verdean islands is rising. This, though, not only applies for holiday makers. More and more marine scientists from around the world come to Cape Verde to work in this scientific highly interesting region of the Atlantic.



Vorwort | Preface

Unser Verständnis der komplexen Wechselwirkungen von Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre steckt gerade im Hinblick auf den weltweiten Klimawandel und dessen Auswirkungen vielfach noch in den Kinderschuhen. Dieses gilt besonders für die Tropen, Schlüsselregionen des globalen Klimasystems, in denen Ozean und Atmosphäre in vielfältiger und höchst dynamischer Weise gekoppelt sind.

Der wissenschaftlichen Bedeutung der Tropen im Bereich der Meeres- und Atmosphärenforschung steht jedoch ein deutlicher Mangel an wissenschaftlicher Infrastruktur und Langzeitbeobachtungen gegenüber. Das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel betreibt daher seit vielen Jahren Forschung bei den Kapverdischen Inseln im tropischen Nordostatlantik. Diese Broschüre möchte auf die Bedeutung der Region aufmerksam machen, die Vielfalt aktueller Forschungsthemen aufzeigen und die entstandene Forschungsinfrastruktur vorstellen.

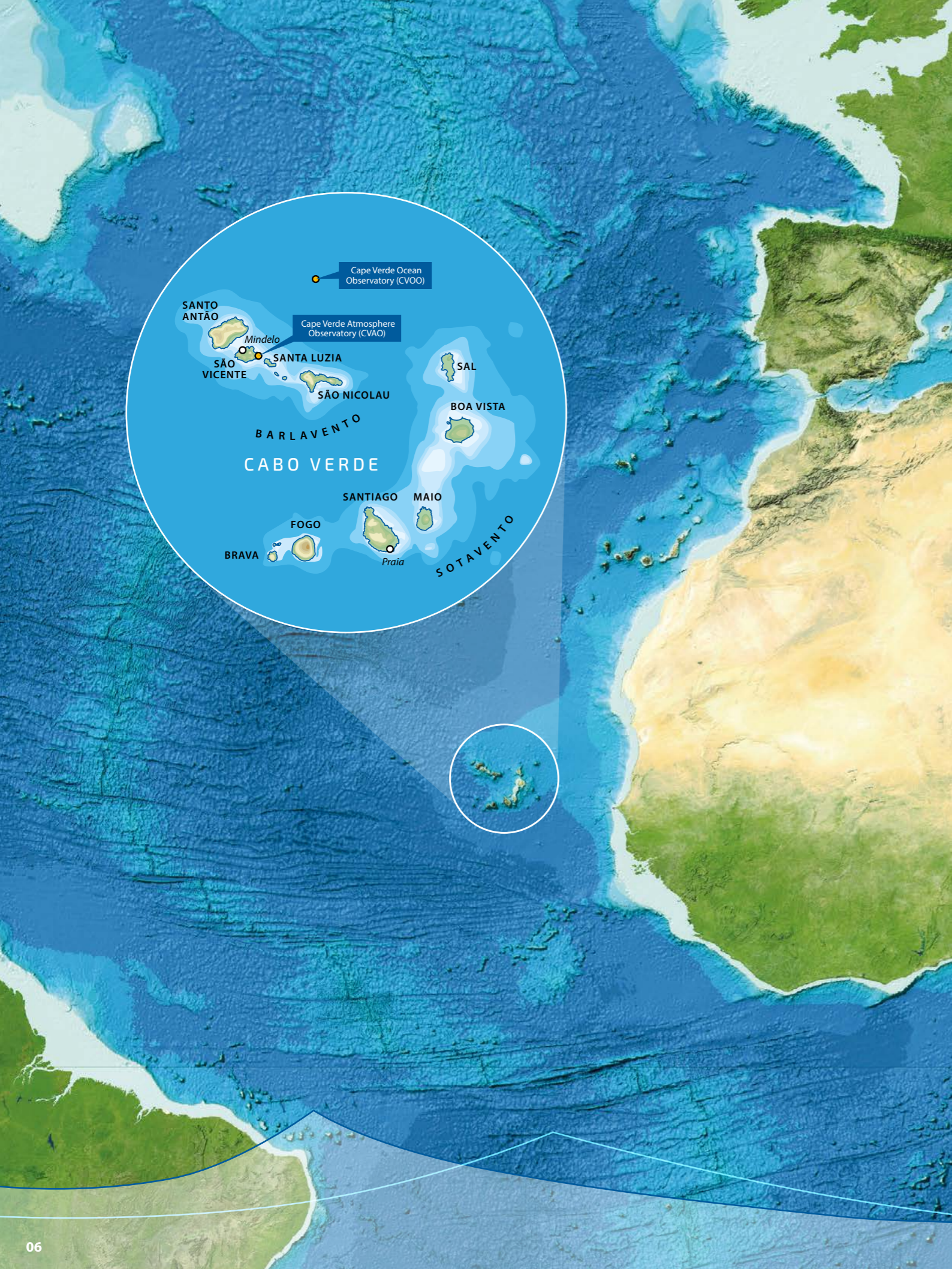
Our current understanding of the complex interactions of atmosphere, hydrosphere and biosphere is rather limited, particularly with respect to the consequence and feedback potential for global climate change. This is even more the case for the tropics, key regions of the global climate system, in which ocean and atmosphere are coupled in multiple and most dynamic ways.

The high scientific relevance of the tropics in marine and atmospheric sciences is contrasted, however, with a striking lack of scientific infrastructure and long-term observations. Hence, GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel has been conducting research off the Cape Verde Islands in the tropical northeast Atlantic for many years. This brochure aims at highlighting the region's scientific relevance, present the ongoing multi-faceted research activities in Cape Verde, and introduce the established research infrastructure to the wider public.

Inhalt | Content

Kap Verde – Wissenschaftlicher Hotspot im tropischen Atlantik <i>Cape Verde – Scientific Hotspot in the Tropical Atlantic</i>	06-07
Das neue Ocean Science Centre Mindelo in Kap Verde <i>The new Ocean Science Centre Mindelo in Cape Verde</i>	08-09
Infrastruktur des OSCM <i>OSCM Infrastructure</i>	10-11
Ozeanische Langzeitbeobachtungen <i>Oceanic Long-Term Observations</i>	12-13
Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre <i>Interactions between Ocean and Atmosphere</i>	14-15
Autonome Messungen von Kohlendioxid und Sauerstoff <i>Autonomous Measurements of Carbon Dioxide and Oxygen</i>	16-17
Reaktive Spurengase <i>Reactive Trace Gases</i>	18-19
Staubtransport über den Atlantik <i>Dust transport across the Atlantic</i>	20-21
Biodiversität im Küstenraum <i>Coastal Biodiversity</i>	22-23
Biodiversität der Tiefsee <i>Deep-Sea Biodiversity</i>	24-25
Hotspot-Vulkanismus über und unter dem Meer <i>Hotspot Volcanism above and under the Sea</i>	26-27
Wissenschaftliche Ausbildung <i>Academic Training</i>	28-29
Dialog und Wissensvermittlung <i>Dialogue and Outreach</i>	30-31
Partner und Kooperationen <i>Partners and Cooperations</i>	32-33
Impressum und Kontakt <i>Imprint and Contact</i>	34-35





Kap Verde – Wissenschaftlicher Hotspot im tropischen Atlantik

Die Tropen sind eine gigantische Wettermaschine, die energiegeladene Gewittertürme, tropische Wirbelstürme, ergiebige Monsunregen und prominente Klimaschwankungen wie das El Niño-Southern Oscillation Phänomen hervorbringt. Hierbei spielt der Ozean meist eine entscheidende Rolle.

Die hochreichende Konvektion in den Tropen führt nicht nur zu heftigen Gewittern, sie sorgt auch dafür, dass reaktive Spurengase wie Brom und Chlor aus dem Ozean bis in die Stratosphäre in rund 15-50 Kilometern Höhe gelangen, wo sie aktiv in die Dynamik der natürlichen Ozonschicht eingreifen. Umgekehrt übt die Atmosphäre über den Eintrag gewaltiger Mengen von Saharastaub einen wichtigen Einfluss auf die biologische Produktivität des Meeres aus. Doch auch im Ozean selbst sind bedeutende Prozesse am Werk. So gehört das vom Küstenauftrieb vor Westafrika genährte Ökosystem zu den produktivsten und ökonomisch wichtigsten weltweit. Unterwasserberge in dieser Region bilden Zentren der Biodiversität im Ozean. Gleichzeitig erstreckt sich im Inneren des Ozeans eine lebensfeindliche Sauerstoffminimumzone. Sie ist zwar noch nicht so ausgeprägt wie vergleichbare Systeme im Pazifik oder Indik, zeigt aber in den vergangenen Jahrzehnten eine deutliche Ausbreitungstendenz, wie jüngste Forschungsarbeiten aus Kiel belegen. Nicht zuletzt sind die Kapverden auch in geologischer und vulkanologischer Hinsicht hochinteressant, da sie durch ihre Lage auf einem sogenannten „Mantel Plume“ auch vulkanische Hotspots sind. Jüngste Arbeiten belegen sogar die Existenz von explosivem Vulkanismus am Meeresboden der Tiefsee. Die Region bietet somit eine einzigartige Bandbreite von wissenschaftlich aktuellen und hochrelevanten Forschungsthemen.

Cape Verde – Scientific Hotspot in the Tropical Atlantic

The tropics are a gigantic weather engine that features phenomena such as energetic thunderstorms, hurricanes, heavy monsoon rain and prominent climate oscillations such as El Niño. In all these, the ocean plays a central role.

Emissions of halogenated trace gases from the tropical Atlantic due to the high tropospheric convection in this region can reach all the way into the stratosphere where they are involved in natural ozone destruction. In the other direction, the atmosphere has a strong influence on the biogeochemistry and biological productivity of the tropical Atlantic by depositing massive amounts of Saharan dust onto the sea. But also within the ocean major processes are at work. The coastal upwelling system of West Africa, for example, feeds a large marine ecosystem that is among the most productive, diverse, and economically important ones worldwide. Seamounts around Cape Verde are hotspots of marine biodiversity. At the same time a harmful oxygen minimum zone exists in the ocean's interior, which in the Atlantic is not yet as pronounced as its counterparts in the Pacific and Indic but in recent decades has shown trends of expansion as dedicated oceanographic studies from Kiel report. Finally, the region is also of high interest from a geoscientific perspective due to its location on a so-called "mantle plume" which gives rise to a volcanic hotspot. Thus, the region bursts with topical scientific questions of high relevance.



Die Kapverdischen Inseln liegen 1.500 Kilometer südwestlich der Kanarischen Inseln und rund 600 Kilometer westlich der Küste des Senegals mitten im tropischen Atlantik. Auf neun Eilanden leben rund 550.000 Menschen. Weitere sechs Inseln gehören zum Archipel, sind aber unbewohnt.

The Cape Verde islands are located 1,500 kilometres southwest of the Canary Islands and 600 kilometres west of the Senegalese coast. Nine islands are home to 550,000 people, another six islands of the archipelago are uninhabited.

Map: GEOMAR, Source GEBCO, Mysisid (CC-BY-SA 4.0); Photo: NASA

Meilensteine
Milestones



Das neue Ocean Science Centre Mindelo in Kap Verde

Mit der Unterzeichnung einer Absichtserklärung zwischen dem GEOMAR und dem Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP) begannen 2012 die Planungen für das Ocean Science Centre Mindelo (OSCM). Mit seiner modernen Infrastruktur soll das OSCM eine langfristige und multifunktionale Basis für Langzeitbeobachtungen und Feldforschungen im tropischen Nordostatlantik zur Verfügung stellen und die Möglichkeiten für den wissenschaftlichen Austausch und die universitäre Ausbildung in Westafrika stärken.

Nach zweieinhalb Jahren Bauzeit öffnete das OSCM im November 2017 der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft seine Türen. Gemeinsam mit dem „Cape Verde Ocean Observatory“ (CVOO), dem „Cape Verde Atmosphere Observatory“ (CVAO) sowie dem Forschungsschiff ISLANDIA soll das OSCM als attraktive Plattform für viele wissenschaftliche Projekte in der Region Westafrika und im tropischen Nordostatlantik dienen, aber auch zum wissenschaftlichen Austausch und zur Netzwerkbildung über den Atlantik hinweg beitragen.

The new Ocean Science Centre Mindelo in Cape Verde

In 2012, GEOMAR and the Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP) signed a Memorandum of Understanding and took up the planning towards the Ocean Science Centre Mindelo (OSCM). As a permanent modern research hub the OSCM has the aim to provide a long-range and multifunctional basis for long-term ocean observation and field research in the tropical Northeast Atlantic region and to create opportunities to strengthen capacities and academic education in West Africa.

After completion of a two and a half years construction phase, the OSCM opened its doors to the international scientific community in November 2017. With its associated research infrastructures of the Cape Verde Ocean Observatory (CVOO), the Cape Verde Atmosphere Observatory (CVAO) and the Research Vessel ISLANDIA it seeks to attract a wide range of research projects in the region with a special focus on West Africa and the tropical Northeast Atlantic and serve as a platform for knowledge exchange and networking across the Atlantic Ocean.



Das Forschungsschiff ISLANDIA
The Research Vessel ISLANDIA
Photo: Björn Fiedler / GEOMAR
Background Photo: Edson Silva Delgado

OSCM Fakten

- Standort:** Mindelo, Insel São Vicente, Kap Verde
- Investitionsvolumen:** 2,9 Millionen Euro, bereitgestellt vom GEOMAR mit signifikanter Beteiligung der Republik Cabo Verde
- Fläche:** Gebäude 1.768 m², Grundstück: 2.760 m²
- Architekt:** Pedro Gregório Lopes Filho, PGF Lda., Kap Verde
- Bauunternehmen:** SGL, Sociedade de Construções S.A., Kap Verde
- Bauaufsicht:** SPL Arquitectos & Darq - Arquitectura e Urbanismo, Kap Verde

OSCM Facts

- Location:** Mindelo, Island of São Vicente, Cape Verde
- Total investment volume:** 2.9 million euros, provided by GEOMAR with significant contributions from the Republic of Cabo Verde
- Areas:** floor space 1,768 m², premises: 2,760 m²
- Architect:** Pedro Gregório Lopes Filho, PGF Lda., Cape Verde
- Prime contractor:** SGL, Sociedade de Construções S.A., Cape Verde
- Construction supervision:** SPL Arquitectos & Darq - Arquitectura e Urbanismo, Cape Verde





- 1 Zentrale Halle | Main hall
 - 2 Konferenzraum | Conference room
 - 3 Gastforscherbüro | Scientist office
 - 4 Trockenlabor | Dry Laboratory
 - 5 Nasslabor | Wet Laboratory
 - 6 Lounge | Lounge
 - 7 Schiffslager | Ship storage
- Photos: Cordula Zenk/GEOMAR, Nuno Vieira/INDP, Edson Silva Delgado, Arne Körtzinger/GEOMAR

Infrastuktur des OSCM

Mit einer Nutzfläche von mehr als 1.700 Quadratmetern und seiner modernen Infrastruktur verbessert das OSCM entscheidend die Möglichkeiten für die Meeresforschung im tropischen Nordostatlantik und in Westafrika.

Ein zentrales Element des OSCM ist eine durchfahrbare Halle, in der auch wissenschaftliche Großgeräte wie zum Beispiel Tiefseeroboter und bemannte Tauchboote gewartet werden können. Angebunden an die zwei Stockwerke hohe Halle sind eine Elektronik- und eine Mechanikwerkstatt, zwei Mehrzwecklabore und ein Nasslabor sowie Lagerräume für Chemikalien, Proben und Ausrüstung.

Ein weiterer Gebäudeflügel beherbergt Gästebüros, Seminar- und Aufenthaltsräume. Eine großzügige Eingangshalle bietet Raum für Ausstellungen oder Empfänge. Containerstellplätze stehen außerhalb wie innerhalb des Gebäudes zur Verfügung. Ferner besteht die Möglichkeit, flüssigen Stickstoff zu produzieren. WLAN ist im gesamten Gebäude verfügbar. Ein motiviertes kapverdisch-deutsches Team unterstützt Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler bei der Planung und Durchführung von Forschungskampagnen. Damit stellt das OSCM eine moderne Infrastruktur zur Verfügung, um Forschenden einen erfolgreichen Aufenthalt zu ermöglichen.

OSCM Infrastructure

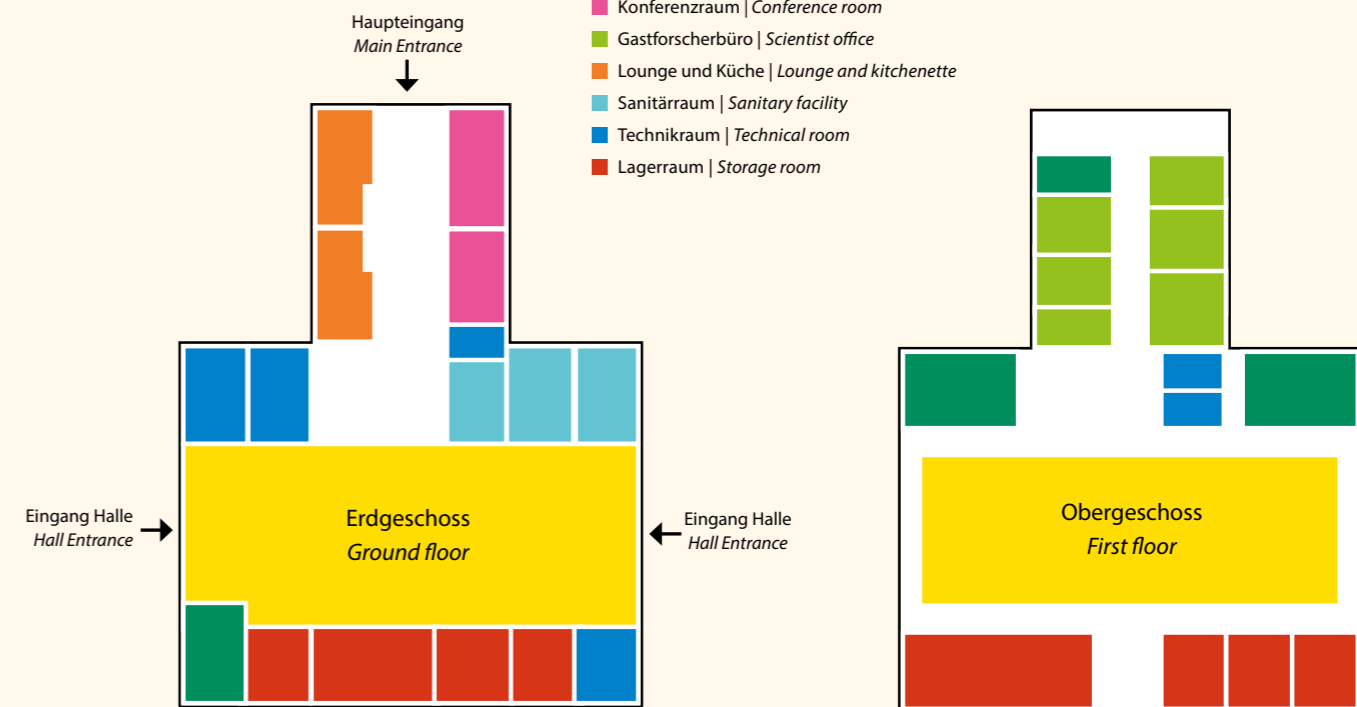
As state-of-the-art infrastructure, with more than 1,700 square meters of multi-functional floor space, the Ocean Science Centre Mindelo intends to significantly improve future opportunities to conduct marine research in the tropical Northeast Atlantic and the West African region.

A central component of the OSCM is a drive-trough hall in which large marine scientific equipment such as deep-sea robots and manned submersibles can be serviced. Connected to the two-storey hall, the OSCM offers an electronics and a mechanics workshop, two multi-purpose laboratories and a wet laboratory as well as storage rooms for equipment, samples and chemicals.

A further building wing comprises guest offices, conference rooms and social rooms. A large corridor at the main entrance allows for poster exhibitions and receptions. WLAN is accessible throughout the building. Furthermore, the OSCM provides space to set up containers both outside and inside the building. The production of liquid nitrogen is an additional asset. A dedicated team of scientists and technicians from both Cape Verde and Germany will assist guest scientists in the planning and execution of research campaigns and ensure for a successful stay of scientists that want to take advantage of this new facility.

Einrichtungen | Facilities

- Zentrale Halle | Main hall
- Labor | Laboratory
- Konferenzraum | Conference room
- Gastforscherbüro | Scientist office
- Lounge und Küche | Lounge and kitchenette
- Sanitärraum | Sanitary facility
- Technikraum | Technical room
- Lagerraum | Storage room



Vom Forschungsschiff METEOR wird eine Verankerung am Cape Verde Ocean Observatory ausgelegt.

The crew of RV METEOR deploys an oceanographic mooring at the Cape Verde Ocean Observatory.

Photos: Arne Körtzinger / GEOMAR, Toste Tanhua / GEOMAR



Ozeanische Langzeitbeobachtungen

Oceanic Long-Term Observations

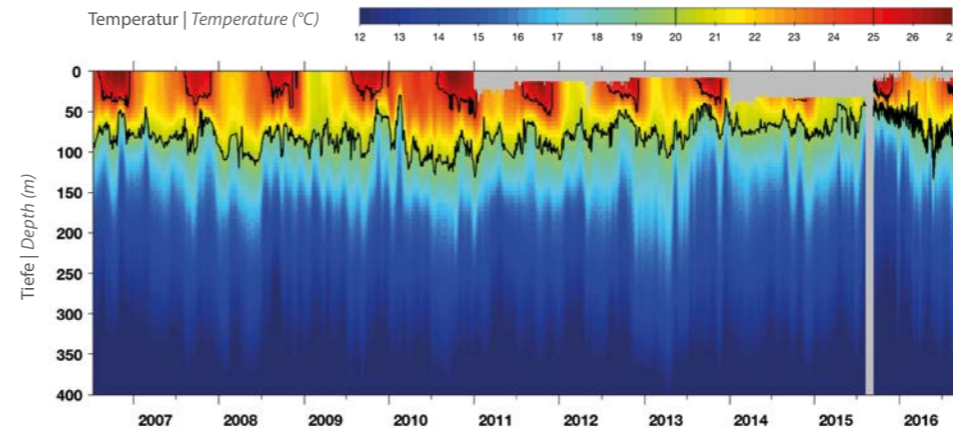


Cape Verde Ocean Observatory (CVOO)

Etwa 100 Kilometer nordöstlich der Insel São Vicente wird seit 2006 eine Langzeit-Beobachtungsstation, das Cape Verde Ocean Observatory CVOO, im offenen Ozean betrieben. Die Station besteht aus einer dauerhaft installierten Verankerung und regelmäßigen schiffsgestützten Beprobungen. Mit Hilfe der verankerten Sensoren lassen sich kontinuierlich Daten über die gesamte Wassersäule mit sehr hoher zeitlicher Auflösung erfassen. Die schiffsbasierte Probenahme konzentriert sich auf die Erfassung von Daten, die nicht autonom gemessen werden können.

Die Messungen bei CVOO liefern Zeitserien wichtiger biogeochemischer und biologischer Größen wie Kohlenstoff- und Sauerstoffgehalt, Partikelfluss, Phytoplankton- und Zooplankton-Konzentration. Physikalische Parameter wie Strömung, Temperatur und Salzgehalt werden als wichtige ozeanographische Rahmenbedingungen in besonders hoher Auflösung gemessen. Die Zeitserien liefern detaillierte Einblicke in die Zeitskalen von Prozessen, die vom Tages- über den Jahresgang bis hin zu zwischenjährlichen

und langfristigen Änderungen reichen. Die parallele Erfassung unterschiedlichster Parameter ermöglicht es, die Kopplung verschiedener Prozesse zu erkennen. Die Lage der ozeanischen Station wurde übrigens so gewählt, dass sie wie die atmosphärische Langzeitbeobachtungsstation (CVAO) im Luv der Inseln – das heißt auf der windzugewandten Seite – liegt. Der recht stark und stabil aus nordöstlicher Richtung heranwehende Passatwind „verbindet“ somit die Stationen.



Die zeitliche Entwicklung des Temperaturprofils der oberen 400 Meter an der CVOO Verankerung von 2006 bis 2016. Werte mit 20 und 25 Grad Celsius sind als schwarze Linien hervorgehoben.

Temporal evolution of the temperature profile in the upper 400 meters as observed at CVOO between 2006 and 2016. The black lines indicate values with 20 and 25 degrees Celsius. Illustration: Johannes Karstensen / GEOMAR

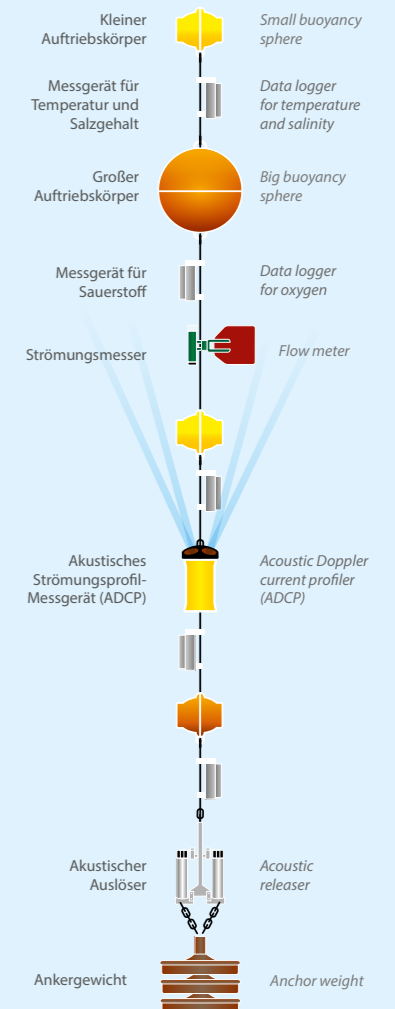
Cape Verde Ocean Observatory (CVOO)

About 100 kilometres northeast of the Cape Verde island of São Vicente, a long-term ocean observation station, the Cape Verde Ocean Observatory CVOO, has been operated since 2006. The station consists of a mooring which covers the entire water column and is supplemented by regular ship-based oceanographic sampling campaigns. The autonomous sensors installed on the mooring record data at very high temporal resolution. The ship-based sampling concentrates on the collection of data that cannot be measured autonomously.

Measurements at CVOO provide time series at selected depths of important biogeochemical and biological variables, such as carbon dioxide, dissolved oxygen, particle flux, phytoplankton and zooplankton concentrations. Data on the physical environment,

such as water currents, temperature and salinity, are collected with particularly high resolution in order to accurately quantify the relevant physical processes.

The time series provide a detailed picture of the temporal evolution of oceanic variables at a single geographical location but at different depths. Only the simultaneous measurement of biogeochemical, biological and physical parameters allows the identification of various process interactions. The location of the CVOO was carefully chosen to be upwind of the Cape Verde Atmospheric Observatory (CVAO) on São Vicente. With the wind blowing rather consistently at 25 - 30 kilometers per hour from northeasterly directions, the two stations are "atmospherically connected" with each other.



Schematischer Aufbau einer Verankerung: Auftriebskugeln halten die Verankerung senkrecht im Wasser während das Ankergewicht die Konstruktion am Meeresboden fixiert. Zur Bergung wird der akustische Auslöser aktiviert.

Schematic diagram of a mooring: Floating elements keep the mooring string perpendicular in the water column while the anchor weight keeps the construction on the ocean floor. For recovery of the system, an acoustic releaser will be actuated.

Illustration: Christoph Kersten / GEOMAR

Links: Ein Filtersammler am CVAO, der ganzjährig Aerosolpartikel sammelt. Rechts: Ein Ballondrachen im Einsatz. Er misst Vertikalprofile von Temperatur, relativer Luftfeuchte und Druck bis zu einer Höhe von 1 km. Unten: CVAO bei Calhau, São Vicente.

Left: A filter sampler at the CVAO, collecting aerosol particles all year round. Right: A balloon-kite in action. It measures vertical profiles of temperature, relative humidity and pressure up to a height of about 1 km. Bottom: CVAO near Calhau, São Vicente.

Photos: Arne Körtzinger / GEOMAR, Frank Stratmann / TROPOS, Johannes Lampel / MPIC



Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre

Interactions between Ocean and Atmosphere



Cape Verde Atmosphere Observatory (CVAO)

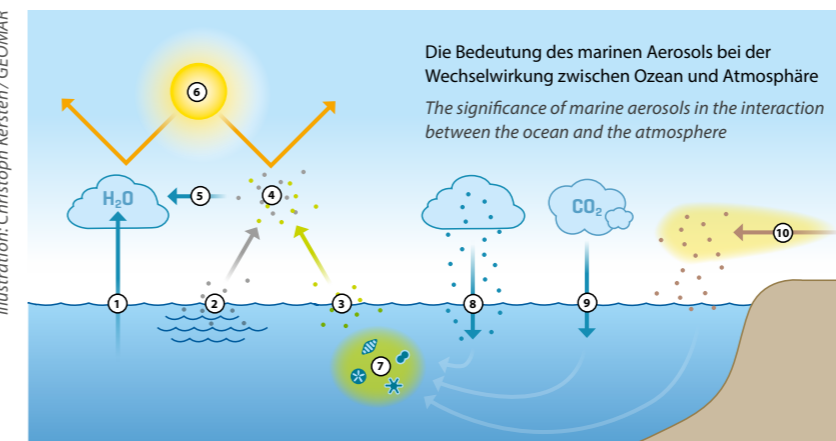
Das seit 2006 in Betrieb befindliche CVAO ist eine „Globalstation“ des von der Global Atmospheric Watch (GAW) betriebenen weltumspannenden Netzwerks von Beobachtungsstationen. Es wird von einem Konsortium aus Kapverdischem Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität York in Großbritannien, Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena und Leibniz-Institut für Troposphärenforschung in Leipzig betrieben.

Das Observatorium trägt den Namen „Observatório Atmosférico de Cabo Verde: Humberto Duarte Fonseca“ und erinnert damit an einen der bekanntesten kapverdischen Wissenschaftler. CVAO ist einmalig, da es die einzige Atmosphären-Beobachtungsstation im tropischen Atlantik darstellt. Die Tropen spielen eine bedeutende Rolle im Erdsystem. Ihre Bedeutung zeigt sich an Beispielen wie tropischen Wirbelstürmen, dem Klimaphänomen El Niño, das sich global auf das Wettergeschehen und die Klimavariabilität auswirkt, und der

Rolle von Oberflächentemperaturen im tropischen Atlantik für den Niederschlag in Westafrika. Die tropische Atmosphäre fungiert zugleich als eine Art Müllverbrennungsanlage unseres Planeten: Hohe Konzentrationen von hier vorhandenen OH-Radikalen reinigen die Atmosphäre von Verunreinigungen und Treibhausgasen (z.B. Methan), die sowohl aus der Nord- als auch aus der Südhemisphäre in die Tropen gelangen.

Das Observatorium besitzt unter anderem durch die Bereitstellung hochwertiger Daten für die internationale Forschungsgemeinschaft eine weltweite Sichtbarkeit. Es ist damit ein wichtiges Instrument zur Untersuchung von Transport und Transformation von Treibhaus- und reaktiven Gasen, Aerosolen, Schadstoffen und Wüstenstaub aus Nordamerika, Europa und Afrika über dem tropischen Ozean.

Illustration: Christoph Kersten / GEOMAR



- | | |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1. Wasserverdunstung | 1. Water evaporation |
| 2. Meersalz-Aerosol | 2. Sea salt aerosol |
| 3. Spurengasemission | 3. Trace gas emission |
| 4. Marines Aerosol | 4. Marine aerosol |
| 5. Kondensationskeime von Wolken | 5. Cloud condensation nuclei |
| 6. Streuung, Absorption und Reflektion von solarer Strahlung | 6. Scattering, absorption and reflection of solar radiation |
| 7. Biologische Produktion | 7. Biological production |
| 8. Nasse Deposition | 8. Wet deposition |
| 9. Aufnahme von CO ₂ und Speicherung in Biomasse | 9. Absorption of CO ₂ and storage in biomass |
| 10. Trockene Deposition | 10. Dry deposition |

Cape Verde Atmosphere Observatory (CVAO)

The CVAO, in operation since 2006, has become one of the flagship “global” stations of the WMO-Global Atmospheric Watch (GAW) network. CVAO is run in partnership between Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Cape Verde, University of York / National Centre for Atmospheric Science, UK, Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena, Germany and Leibniz-Institut für Troposphärenforschung in Leipzig, Germany.

The full name of the station is “Observatório Atmosférico de Cabo Verde: Humberto Duarte Fonseca”, named after one of the most renowned Cape Verdean scientists (1916-1983). CVAO is unique, being the only atmospheric monitoring station in the tropical Atlantic. The tropics play a critical role in the Earth System. Their importance is exemplified by the generation of hurricanes, the significance of El Niño for global weather patterns and inter-annual climate variability, or the effect of tropical Atlantic sea surface temperature on rainfall in sub-Saharan Africa. The tropical atmosphere is also our planetary “waste

incinerator”: high concentrations of the OH radical are maintained, cleaning the atmosphere of pollutants and certain key greenhouse gases (e.g. methane). These gases come from sources in the north and south and are decomposed in the tropics.

The Observatory has gained a reputation as a high quality international facility, providing vital data to the global atmospheric communities. It represents a powerful tool for characterising transport and transformations of greenhouse and reactive gases, aerosols, pollution and dust from North America, Europe, and Africa to the tropical Atlantic.



Der MarParCat, ein autonomer Katamaran, der durch rotierende Glasplatten den marinen Oberflächenfilm (SML) der Meere sammelt, im Einsatz bei der MarParCloud Kampagne.

The MarParCat, an autonomous catamaran that samples the sea surface microlayer on rotating glass plates, in operation during the MarParCloud campaign.

Photo: Nadja Triesch / TROPOS

Aussetzen und Einholen eines Wavegliders mit Sensoren zur Messung verschiedener Spurengase vor den Kapverden. Waveglider sind surfbrettartige Oberflächengleiter, die von Meereswellen angetrieben und ferngesteuert autonom über längere Zeiträume Messungen im Ozean durchführen können.

Launch and recovery of a waveglider with sensors for measuring various trace gases off the Cape Verde Islands. Wavegliders are surfboard-like surface gliders propelled by the wave energy that can be remote-controlled by satellite and carry out autonomous measurements in the ocean over long periods of time.

Photos: Cordula Zenk/GEOMAR, Sarah Kaehlert/GEOMAR



Autonome Messungen von Kohlendioxid und Sauerstoff

Autonomous Measurements of Carbon Dioxide and Oxygen



Das Atmen des Meeres

Kohlendioxid (CO₂), Basis allen Lebens und zugleich wichtigster Treiber des globalen Klimawandels, und Sauerstoff (O₂), Lebenselixier fast aller Lebewesen, sind zwei durch Photosynthese und Atmung untrennbar miteinander verbundene Gase. Biologische Prozesse an Land und im Meer prägen die Verteilung und Dynamik dieser beiden Gase in der Atmosphäre und im Ozean entscheidend.

Das Meer ist ein gigantischer Speicher für menschengemachtes Kohlendioxid und wirkt damit dem anthropogenen Klimawandel entscheidend entgegen. Um vorhersagen zu können, wie sich diese klimastabilisierende Funktion zukünftig verändern wird, ist eine aufmerksame Beobachtung des marinen Kohlenstoffkreislaufs nötig. Zugleich zeichnen sich auch im marinen Sauerstoffkreislauf deutliche Veränderungen ab, die neue Einblicke in die Reaktion des Gesamtsystems Ozean auf den Klimawandel bieten.

So deutet die inzwischen gut dokumentierte Abnahme des Sauerstoffs im Weltozean und die Ausbreitung der Sauerstoffminimumzonen auf eine sich verlangsamende Durchmischung im Ozean in einem sich erwärmenden Klima hin. Darüber hinaus werden sich durch den Klimawandel ergebende Veränderungen der biologischen Produktivität im Meerwasser ebenfalls direkt auf dessen Sauerstoffgehalt niederschlagen. Diese Einflüsse machen jedoch nicht beim Sauerstoff halt, sondern wirken auch auf den Kohlenstoff und sind damit für unser Verständnis des globalen Kohlenstoffkreislaufs und seiner zukünftigen Entwicklung von großer Bedeutung. Dem tropischen Nordostatlantik rund um die Kapverden kommt bei diesen Prozessen mit seiner bereits existierenden Sauerstoffminimumzone und seiner hohen biologischen Produktivität nahe der Wasseroberfläche eine Schlüsselrolle zu.



Räumliche Verteilung des CO₂ Partialdrucks (pCO₂) im Oberflächenwasser, gemessen während einer mehrwöchigen autonomen Messkampagne mit einem Waveglider im Herbst 2017 nordwestlich des kapverdischen Archipels.

Spatial distribution of CO₂ partial pressure (pCO₂) at the sea surface, measured during a multi-week autonomous Waveglider mission in fall 2017 northwest of the Cape Verdean archipelago.

Source: Björn Fiedler/GEOMAR

The Breathing of the Ocean

Carbon dioxide (CO₂), the basis of all life on earth and at the same time a potent driver of climate change, and oxygen (O₂), the lifeblood of all creatures, are two gases which are intimately linked through photosynthesis and respiration. Both in the atmosphere and in the ocean their distribution patterns and dynamics are thus strongly driven by biological processes on land and in the ocean.

The world ocean acts as a giant sink for human made CO₂ and thereby significantly buffers global climate change. Predictions of possible future changes in this climate stabilizing function of the ocean require a thorough observation of the marine carbon cycle. Recent findings of the phenomenon of ocean deoxygenation, however, have not only complicated the interpretation of these atmospheric measurements but at the same time also provide insight into the reaction of the ocean system to global climate change.

The now well documented small but consistent decline of oxygen concentrations in nearly all ocean basins is indicative of a slowdown in ocean ventilation under ongoing global warming. Furthermore, any climate change driven trends in marine biological productivity would also impact on oceanic oxygen. These effects of course are not limited to oxygen but will also impact on carbon and are therefore of utmost importance for our understanding of the global carbon cycle and its future development. The tropical Northeast Atlantic around Cape Verde, with its existing oxygen minimum zone and its high biological productivity near the water surface, plays a key role in these processes.



Für autonome Messungen werden auch Unterwassergleiter eingesetzt. Ein Gleiter kann mit einer Akkuladung mehrere Monate unterwegs sein und dabei über 2.000 Kilometer in den oberen Schichten des Ozeans zurücklegen.

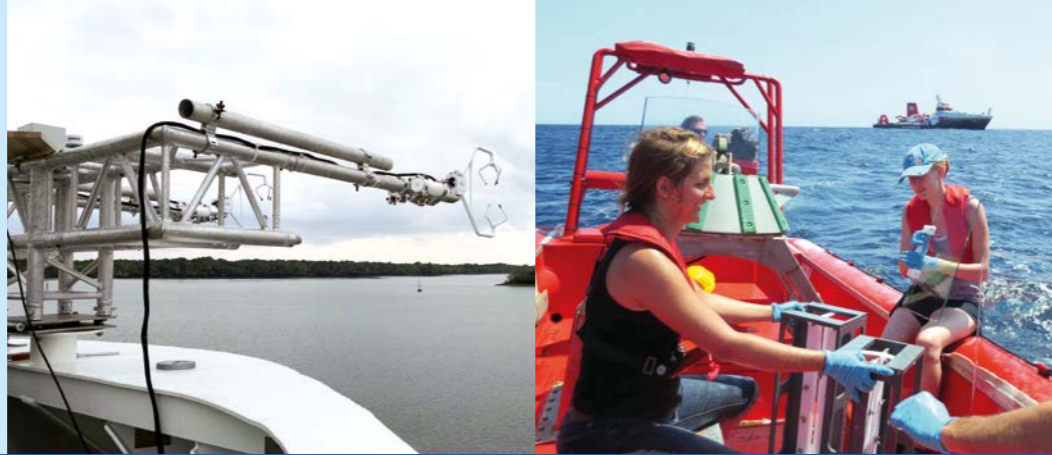
Underwater gliders are also used for autonomous measurements. A single battery charge allows a glider to travel for several months, covering distances of over 2,000 kilometres in the upper layers of the ocean.

Photo: Torsten Kanzow, AWI

Links: Eddykovarianz-Turm am Schiffsbug zur direkten Messung der Emission mariner Spurengase, Rechts: Beprobung der Oberflächenmikroschicht (SML) des Ozeans mit einer Glasplatte, Unten: Start einer Radiosonde, die zur Untersuchung der Stabilität der atmosphärischen Grenzschicht verwendet wird.

Left: Eddy-Covariance tower on ship's bow for direct air-sea flux determination of several trace gases, right: probing the surface microlayer (SML) of the ocean with a glass plate, bottom: launching a radiosonde, used to investigate the stability of the atmospheric boundary layer.

Photos: GEOMAR, Sonja Endres / GEOMAR, Folkard Wittrock / IUP Bremen



Reaktive Spurengase

Reactive Trace Gases



Studien reaktiver Gase in Ozean und Atmosphäre

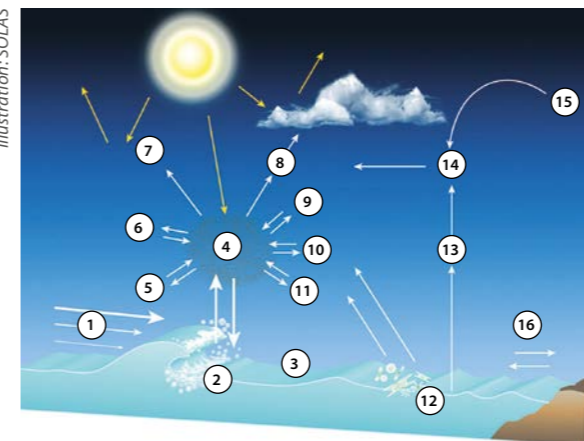
Der Ozean ist sowohl Senke als auch Quelle von reaktiven Spurengasen, die für unsere Atmosphäre von Bedeutung sind. Diese Gase tragen zur Erderwärmung und zur Aerosol- und Wolkenbildung, sowie zum Ozonabbau und anderen chemischen Reaktionen in der Troposphäre und der Stratosphäre bei. Alle Prozesse haben Auswirkungen auf unsere Ökosysteme und die menschliche Gesundheit.

Spurengase von anthropogenen Emissionen an Land und von Schiffen werden über das Meer transportiert, vom Oberflächenwasser aufgenommen und interagieren mit der Chemie und Biologie der Ozeane, verändern die natürlichen biogeochemischen Kreisläufe und wirken als Nahrung, Dünger oder Giftstoffe für Meeresorganismen. Phytoplankton, Bakterien und Makroalgen sowie gelöstes organisches Material im Meerwasser, das

mit Sonnenlicht reagiert, können ebenfalls reaktive Spurengase freisetzen, die an den atmosphärischen Prozessen teilnehmen.

Um das zukünftige Klima zu prognostizieren, das durch globale Umweltveränderungen beeinflusst wird, ist es wichtig aufzuzeigen, wie der Ozean das atmosphärische Budget der reaktiven Spurengase bestimmt. Prozesse in den tropischen Ozeanen, die die Emissionen dieser Gase über die Meeresoberfläche steuern, sind für die chemische Zusammensetzung der gesamten Atmosphäre von Bedeutung. Daher ist eine kontinuierliche Forschung in diesen Regionen entscheidend, um unsere zukünftigen Herausforderungen zu verstehen und zu bewältigen. In dem einzigartigen und höchst relevanten Umfeld von Kap Verde sind wissenschaftliche Kampagnen und eine neue Station für Zeitreihen geplant, die sich mit allen Aspekten des Ozean-Atmosphäre-Austausches befassen.

Illustration: SOLIAS



Quellen von Aerosolen in der Atmosphäre und atmosphärische Prozesse

1. Wind
2. Wellen, Salz-Aerosol
3. Oberflächenmikroschicht (SML)
4. Primäres und sekundäres Aerosol
5. Salpetersäure (HNO_3)
6. Wasserstoffperoxid (H_2O_2)
7. Dunst
8. Kondensationskeime
9. Schwefelsäure (H_2SO_4)
10. Organische Gase
11. Halogene
12. Phytoplankton und Bakterien
13. Dimethylsulfid (DMS)
14. Nicht salzbürtiges Sulfat
15. Einmischung aus der Troposphäre
16. Vermischung und Wechselwirkung zwischen Land- und Meeremissionen

Sources of aerosols in the atmosphere and atmospheric processes

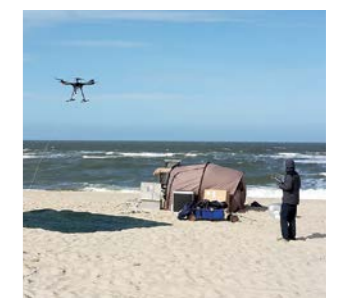
1. Wind
2. Waves, sea spray
3. Sea surface microlayer (SML)
4. Primary and secondary aerosol
5. Nitric acid (HNO_3)
6. Hydrogen peroxide (H_2O_2)
7. Haze
8. Cloud condensation nuclei
9. Sulfuric acid (H_2SO_4)
10. Organic gases
11. Halogens
12. Phytoplankton and bacteria
13. Dimethyl sulfide (DMS)
14. Non-sea-salt sulfate
15. Entrainment from free troposphere
16. Mixing and interaction between terrestrial and oceanic emissions

Studies of Reactive Gases in Ocean and Atmosphere

The ocean is a sink and a source of reactive trace gases, which are of importance for our atmosphere. These gases cause warming by absorbing radiation from the sun, they contribute to aerosol and cloud formation, ozone depletion in the troposphere and stratosphere and other atmospheric chemical reactions, all of which impact ecosystems and human health.

Trace gases from anthropogenic emissions on land and from ships are transported over the ocean, taken up by the surface water and interact with ocean chemistry and biology, altering natural biogeochemical cycles and acting as food, fertilizer or toxins for marine organisms. Marine phytoplankton and macrophytes, as well as sunlight interacting with dissolved organic material in the seawater, can also produce trace gases, which are released from the ocean surface and participate in atmospheric processes.

In order to predict future climate influenced by global environmental change it is crucial to assess how the ocean impacts the atmospheric budget of reactive trace gases. Processes in the tropical oceans, which control the fluxes of these gases across the ocean's surface, are of importance for the chemical composition of the entire atmosphere. Thus, continuous research in these regions is critical to understand and face our future challenges. Scientific campaigns and a new time-series station, addressing all aspects of ocean-atmosphere exchange, are planned in the unique and highly relevant environment of Cape Verde.



Drohnen, die mit Vorrichtungen für Probenahmen von Wasser und Luft ausgestattet sind, werden eine wichtige Rolle bei zukünftigen Untersuchungen des Ozean-Atmosphäre-Austausches von Spurengasen spielen.

Drones, equipped with sampling devices for water and air, will play an important role in future investigations of the air-sea interactions between the anthropogenic and natural, terrestrial and oceanic processes.

Photo: Christa Marandino / GEOMAR

Saharastaub-Sturm über Mindelo und dem nördlichen tropischen Atlantik bei São Vicente, Kap Verde. Eine typische Szene im Winter, wenn Saharastaub in niedrigeren Höhen transportiert wird.

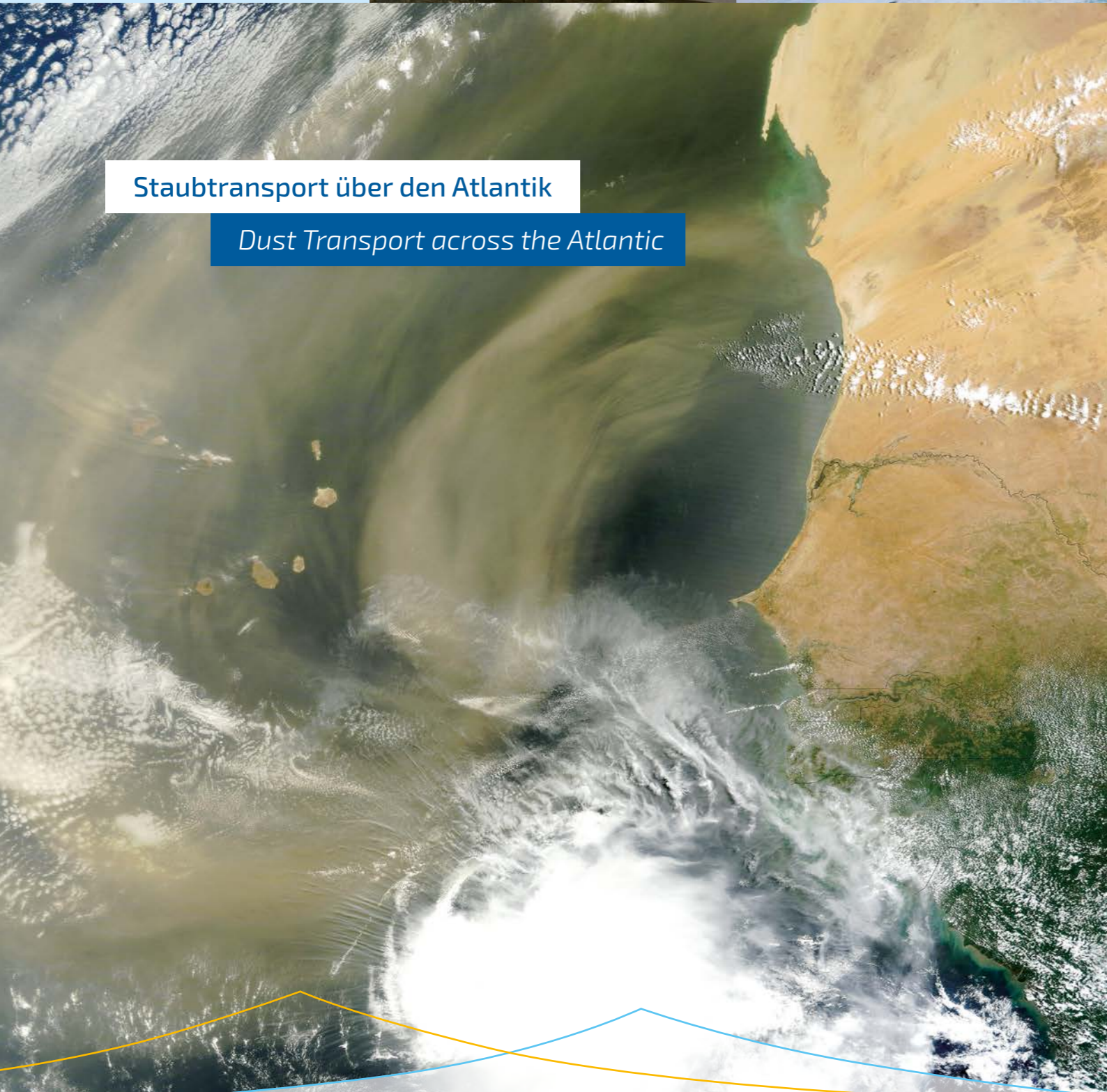
Saharan dust storm over Mindelo and the northern tropical Atlantic around São Vicente, Cape Verde Island. A typical scene in winter when Saharan dust is transported at lower altitudes.

Photos: Wadinga Fomba/TROPOS, NASA MODIS Rapid Response Team, Michon Scott



Staubtransport über den Atlantik

Dust Transport across the Atlantic



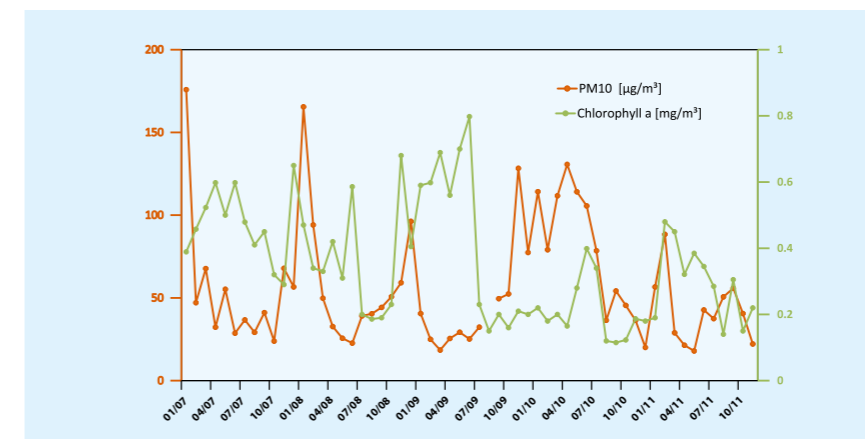
Aerosol und Staub

Mineralstaub ist eine wichtige Art von Aerosolpartikeln und entsteht aus der Verwirbelung von Bodenpartikeln in trockenen Regionen durch starke Winde. Eine der Hauptquellen für Mineralstaub ist die Saharawüste. Kontinentale Winde transportieren und deponieren große Mengen von Saharastaub in die Karibik, Amerika, Europa, das Amazonas-Gebiet und den Atlantik und beeinflussen unter anderem die Lufttemperaturen und die Biogeochemie des Ozeans.

Der Eintrag von Mineralstaub in den Ozean liefert Nährstoffe, die für das Wachstum von Phytoplankton, der Basis der ozeanischen Nahrungskette, wichtig sind. Phytoplanktonblüten beeinflussen den atmosphärischen Sauerstoff- und Kohlendioxidhaushalt, die Kohlenstofffixierung und die Biodiversität des Ozeans. Mineralstaub verringert auch den Gehalt organischer Stoffe an der Meeresoberfläche. Es dient als Substrat für die Aggregation

organischer Substanzen an deren Oberflächen, welches beim Absinken der Staubpartikel in den unteren Ozean transportiert wird.

Am CVAO werden Langzeitmessungen durchgeführt, um die Saisonalität von Staubkonzentrationen zu bestimmen, sowie die physikalischen Eigenschaften und chemische Zusammensetzung von Staub zu untersuchen. Dabei werden insbesondere die Depositionen wichtiger Nährstoffe wie Phosphor, Stickstoff, Eisen, Zink, Silizium und Staub untersucht und die zugrundeliegenden atmosphärischen Prozesse, die ihre Löslichkeit und Bioverfügbarkeit für marine Organismen steuern, erforscht. Diese Daten liefern eine wichtige Grundlage für die Interpretation der ozeanischen Prozesse, die mit dem Eintrag von Mineralstaub zusammenhängen, welche am CVOO durchgeführt werden. Dort wird beispielsweise die zeitliche Veränderung der Primärproduktivität der Ozeane untersucht.



Zeitreihen der Konzentrationen von Chlorophyll (einem Indikator für Phytoplankton) und Feinstaub (PM 10) am CVAO zeigen höhere Chlorophyll-Werte im Frühjahr nach Staubstürmen im Winter. Die Chlorophyll-Daten wurden aus MODIS Aqua Satellitenbildern gewonnen.

Time series of chlorophyll (an indicator for phytoplankton) and particulate matter (PM10) concentrations at CVAO, showing higher chlorophyll values in spring after dust storms in winter. Chlorophyll data are from MODIS Aqua satellite images.

Graphic: Wadinga Fomba/TROPOS

Aerosol and Dust

Mineral dust is an important type of aerosol that originates from the suspension of soil particles in arid regions by strong winds. The Saharan desert is a major source of mineral dust. Continental winds transport and deposit high amounts of Saharan dust to the Caribbean, America, Europe, Amazon basin and the Atlantic, affecting amongst other properties air temperatures and the biogeochemistry of the ocean.

The deposition of mineral dust to the ocean provides nutrients that are important for the growth of phytoplankton which are the basis of the oceanic food chain. Phytoplankton blooms influence the atmospheric oxygen and carbon dioxide budget, carbon fixation, and the biodiversity of the ocean. Mineral dust also depletes the organic matter content of the ocean's surface. It serves as a substrate for the aggregation of organic matter and transports the organic matter into the lower ocean as it sinks.

At CVAO, long-term measurements are performed to determine the seasonal patterns of dust concentration and investigate its physical properties and chemical composition. In particular, the deposition fluxes of important nutrients such as phosphorus, nitrogen, iron, zinc, silicon, and dust are evaluated and the underlying atmospheric processes that control their solubility and bioavailability to marine organisms are investigated. These data provide a base for the interpretation of measurements on the oceanic response to mineral dust input performed at CVOO such as the variation in primary productivity.



Berner Impaktor (oben) zum Sammeln von Staubpartikeln unterschiedlicher Größe mit einem Berner Filter (unten), der während eines Staubsturms beprobt wurde.

Berner impactor (top) used for collecting dust particles of different sizes with a Berner filter (bottom) sampled during a dust storm.

Photos: Wadinga Fomba/TROPOS



In kapverdischen Küstengewässern gibt es mehr als 20 endemische Fischarten. Ebenso kommt etwa die Hälfte der kleinen krypto-benthischen Fischarten (Arten, die ihr Aussehen an den Meeresboden anpassen können) nur in dieser Region vor, darunter einige erst kürzlich entdeckte Arten.

Coastal fishes at Cape Verde are unique, mainly afro-tropical, with more than twenty endemic species in the region. In addition, about half of small crypto-benthic fishes (fishes that mimic the seabed) are endemic to Cabo Verde waters including newly discovered.

Photos: Rui Freitas/ UniCV, Tommy Melo / Biosfera1, Arturo Boyra López / Oceanográfica



Biodiversität im Küstenraum

Coastal Biodiversity

Erforschung der einzigartigen marinen Fauna der Kapverden

Die Küstenbereiche der Kapverden gelten als globale Hotspots der Biodiversität, die von höchst artenreichen und gefährdeten Gemeinschaften und einem hohen Anteil an nur hier vorkommenden Meerestieren charakterisiert sind.

Der schmale Schelfgürtel und die verringerte Gezeitenzone, die Saisonalität der biologischen Produktivität im Meer und die Niederschlagsbedingungen sind Faktoren, die zu einer geringen Populationsdichte mariner Organismen in dem Archipel führen und somit zu einem diversen und zugleich fragilen Ökosystem beitragen. Die Gemeinschaftsstrukturen und die Biogeographie der marinen Biota in Kap Verde heben sich deutlich von denen anderer makaronesischer Inseln, wie etwa Madeira oder den Kanaren, ab. Sie unterscheidet sich ebenfalls von Küstensystemen in Regionen wie der Karibik und dem Indopazifik. Als Ursachen der einzigartigen marinen Fauna auf Kap Verde gelten die Entfernung zum afrikanischen Kontinent und die Unter-

schiedlichkeit der Inseln und ihrer Strömungsverhältnisse. Diese stellen eine physikalische Barriere dar und verhindern die Vermischung. Diese Kombination führt zur physikalischen Isolation der durch die natürlichen Gegebenheiten fragmentierten Landschaft.

Die Universität Cabo Verde erforscht die Küstenbiodiversität durch Anwendung nicht-invasiver Methoden wie visuelle Zensustransekte für Fische und andere benthische Organismen. Zusätzlich verwendet sie die Fotoquadranten-Methode am Meeresboden. Der Gebrauch neuer Unterwasser-Videotechnologien soll in Zukunft ausgebaut werden. Bisherige wissenschaftliche Arbeiten haben zu einer Aufnahme des Status quo der kapverdischen marinen Biogeographie geführt. Als wichtige Aufgabe steht nun die Einrichtung biologischer Zeiterien an Riffen und in Meeresschutz-zonen an. Zukünftige wissenschaftliche Arbeiten werden sich auf die Erforschung der Biodiversität der mesophotischen Zonen fokussieren, die auch Riffe in 40 bis 150 Meter Tiefe umfasst.



Kap Verde besitzt eine einzigartige Vielfalt an Kegelschnecken, von denen bis heute mehr als 60 Arten entdeckt wurden und die in ihrem Vorkommen auf eine einzelne Insel oder einzelne Bucht begrenzt sind. Um die Kapverden kommen neun Prozent aller Kegelschnecken vor.

Cape Verde is home to a unique gastropod mollusc fauna of cones, some of them restricted to a single island or even to a single bay with more than 60 endemic species described to date. Cape Verde is home to nine percent of all conus species.

Photos: Peter Wirtz, João de Deus Soares / UniCV

Exploring the Unique Marine Fauna of Cape Verde

The coastal marine environments of the Cape Verde Islands are considered global biodiversity hotspots that are characterised by rich and endangered communities, and a high degree of marine biota endemism in the Atlantic.

The limited extent of the insular shelf and reduced intertidal zone, the seasonality of oceanographic productivity and rainfall regimes are all factors that result in low population densities of marine organisms in the archipelago, contributing to a diverse but fragile ecosystem. The community structure and biogeography of marine biota of Cape Verde differs greatly from other Macaronesian Islands like Madeira or the Canary Islands, and also from benthic coastal systems in areas such as the Caribbean and Indo-Pacific. Underlying factors for the unique marine fauna of Cape Verde are hypothesized to include the distance from the mainland, heterogeneity and depths within island groups, and currents regime constituting a physical barrier preventing

dispersion and resulting in physical isolation of the naturally fragmented landscape, shaping geographic patterns of marine fauna. The University of Cabo Verde studies coastal biodiversity using non-destructive methods like visual census transects for fishes and other benthos as well as by using substratum photo-quadrants. The use of novel underwater video-techniques needs to be maximized in the near future. Past and ongoing research efforts have resulted in a more reliable status assessment of Cape Verde's marine biogeography, thus the establishment of biological baselines on reefs to promote marine protected areas is an urgent initiative. Future research efforts will focus on the exploration of biodiversity in the mesophotic zone, which include the deep reefs between 40-150 meters.



Ein wissenschaftlicher Taucher erkundet die Struktur biologischer Gemeinschaften im flachen Wasser, indem er visuelle Zensustransekte für Fische mit benthischen Fotoquadranten kombiniert.

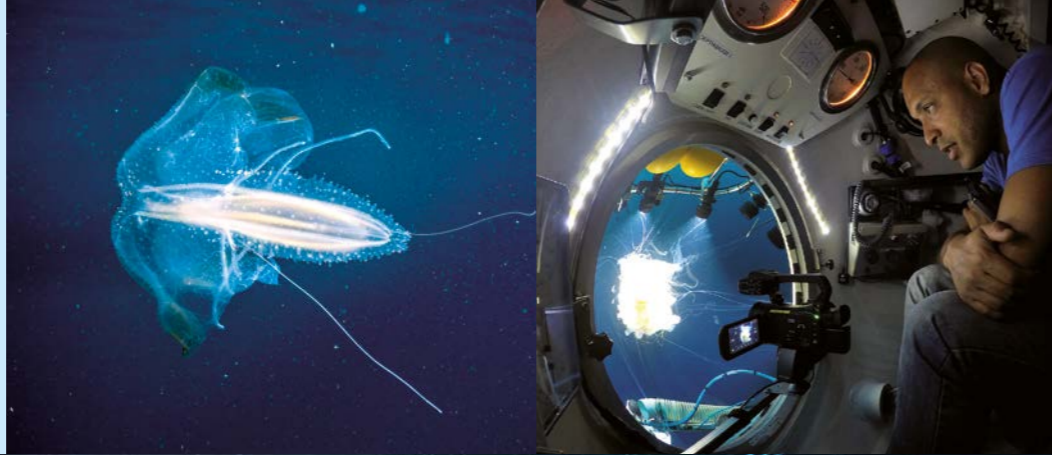
Scientific diver studies shallow water community structures employing underwater visual census through strip transects for fishes combined with benthic photo-quadrants.

Photo: Pedro Lopes Suarez / BIOS CV

Viele Organismen der Tiefsee wie zum Beispiel Quallen sind zu empfindlich, um mit Netzen gefangen zu werden. Daher werden Unterwasserbeobachtungen angewendet, um ein vollständiges Bild über die Biodiversität, die Beziehungen zwischen den Organismen und ihr Verhalten in der Tiefsee zu erlangen.

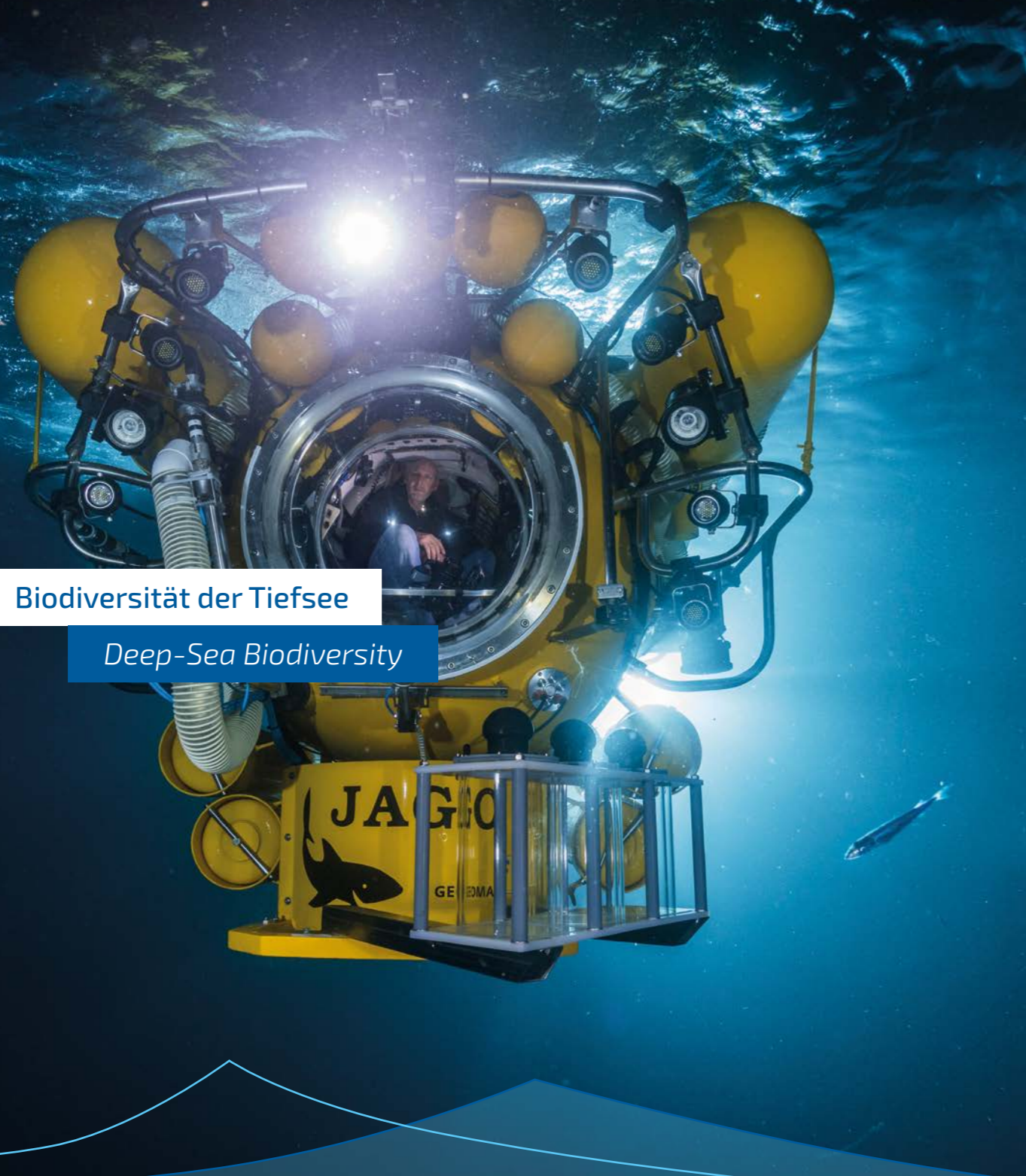
Many organisms in the deep sea, such as jellyfish, are too fragile to be captured by nets. Therefore underwater observations are applied to obtain a complete insight in the biodiversity, the relations between organisms and their behavior in the deep sea.

Photos: Uli Kunz, JAGO-Team / GEOMAR



Biodiversität der Tiefsee

Deep-Sea Biodiversity



Abtauchen in eine unbekannte Welt

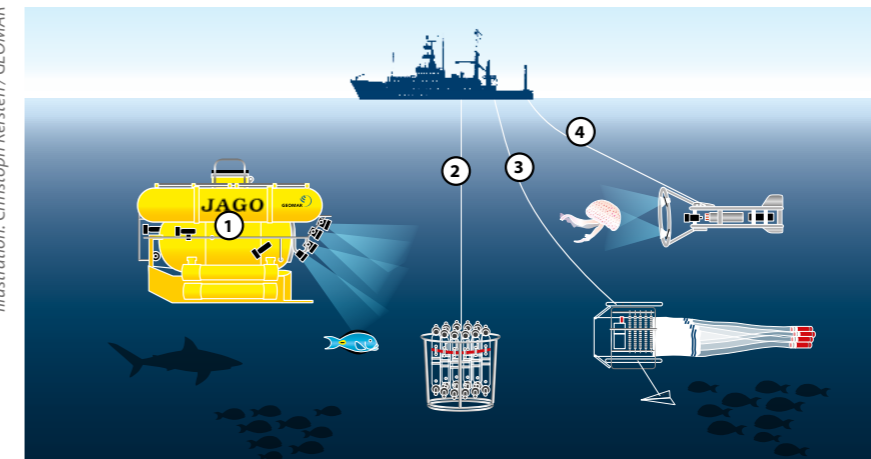
Die hohe Biodiversität in der Tiefsee rund um die Kapverden ist faszinierend und betrifft pelagische Lebensräume im offenen Meer ebenso wie Sauerstoffminimumzonen sowie benthische Habitate am Meeresboden in den Tiefsee-Ebenen und an untermeerischen Bergen. Die windabgewandten Seiten der teilweise hoch aufragenden Inseln des vulkanischen Archipels bieten Schutz und ruhige Wasserbedingungen. Kap Verde ist dadurch eine einzigartige Modellregion, um die Biodiversität und Ökologie der Tiefsee zu erforschen.

Die Forschergruppe zur Tiefsee-Biologie am GEOMAR untersucht die Rolle der pelagischen Fauna (Organismen größer als 1 cm) im ozeanischen Kohlenstoffkreislauf, führt Zeitserienstudien der Tiefsee-Biodiversität durch und beobachtet die Verteilung und die Häufigkeit von benthischer und pelagischer Tiefseefauna auch in Bezug auf Umweltparameter wie Temperatur und Sauerstoff. Darüber hinaus untersucht sie das Verhalten und die Lebenszyklen von Tieren in der

Tiefsee. Dieses geschieht in enger Zusammenarbeit mit kapverdischen Kollegen und unter Anwendung einer interdisziplinären Methodologie mit in situ Video-Beobachtungen von geschleppten Plattformen, Bodenobservatorien und Tauchbooten. Dabei werden auch Organismen mit Netzen und per Tauchboot gesammelt und mit modernen molekularbiologischen Techniken wie eDNA und der DNA-Barcoding untersucht.

Diese Herangehensweise ermöglichte bereits die Dokumentation von Arten, die zuvor noch nie im Atlantischen Ozean beobachtet wurden, neue Einsichten in die Funktionsweise von Organismen im ozeanischen Ökosystem des östlichen Atlantiks und die Vorhersage des Anpassungspotentials von Organismen auf einen veränderten Ozean. Darüber hinaus bildet sie die Grundlage für ein besseres Verständnis, wie sich die kapverdische Tiefseebiodiversität mit der der Azoren, Madeiras und der Kanaren vergleichen lässt.

Illustration: Christoph Kersten / GEOMAR



Um die Biologie und Ökologie der Tiefsee zu erforschen, kommt eine Kombination aus Geräten zum Einsatz: das bemannte Tauchboot JAGO (1) um Organismen zu beobachten und zu sammeln, ein CTD-Kranzwasserschöpfer (2) um Wasserproben und hydrografische Daten zu erheben, ein Multinet (3) um Organismen zu sammeln und das Kamerasystem PELAGIOS (4) um Biodiversität, Verteilung und Menge der Organismen in der Wassersäule zu dokumentieren.

To study deep-sea biodiversity and ecology a combination of tools is used including the manned submersible JAGO (1) to observe and collect organisms, a CTD Rosette Water Sampler (2) to obtain water samples and hydrographic data, a Multinet (3) to collect organisms and the camera system PELAGIOS (4) to document biodiversity, distribution and number of the amount of organisms in the water column.

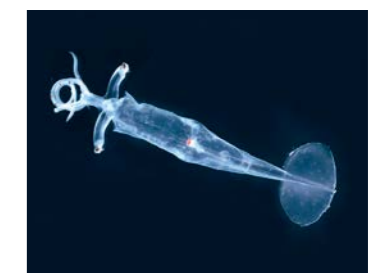
Diving into an Unknown World

The high diversity of deep-sea environments in Cape Verde is fascinating and includes pelagic habitats in the open ocean such as meso- and bathypelagic zones or oxygen minimum zones, and benthic habitats on the seafloor such as abyssal plains and seamounts. The deep waters inshore of the volcanic archipelago, combined with the high mountain topography, provide shelter and calm sea conditions. This makes Cape Verde a unique model region to study deep-sea biodiversity and ecology.

GEOMAR's deep-sea biology group investigates the role of pelagic fauna larger than one centimeter in the oceanic carbon cycle, it performs baseline studies on biodiversity, distribution and abundance of deep-sea benthic and pelagic fauna, also in relation to environmental gradients such as temperature and oxygen, and it studies behavior and life histories of deep-sea fauna. In this mission, we collaborate with Cape Verdean colleagues. We adopt an interdisciplinary methodological approach, using in situ video observations from towed platforms, landers and submersibles, collecting

organisms by nets and submersible, and performing molecular analysis using the eDNA and DNA barcoding methodology in the lab.

This approach has led to the documentation of species previously unknown from the Atlantic Ocean, insights in organism function in the oceanic ecosystem of the Eastern Atlantic, and the prediction of organisms potential to respond to a changing ocean. It also paved the ground for a better understanding of how Cape Verdean deep-sea biodiversity relates to that of the Azores, Madeira and the Canary Islands.



Kopffüßer sind zahlreich in den kapverdischen Gewässern. Als Jungtier besitzt dieser Gallertkalmar gestielte Augen und lebt in den oberen 200 Metern der Wassersäule. Wenn der Kalmar älter wird, lebt er in tieferen Zonen und die Augen ähneln denen von Wirbeltieren wie dem Menschen.

Cephalopods are abundant in Cape Verde waters. As a young individual this cranchid squid has stalked eyes and lives in the upper 200 m of the water column. As it grows older it lives deeper and the eyes become similar to that of vertebrate (human) eyes.

Photo: Karen Osborn / Smithsonian

Der Pico do Fogo auf der Insel Fogo ist ein sehr aktiver Vulkan. Sein letzter Ausbruch erfolgte von Ende 2014 bis Anfang 2015. Dabei wurden zwei Dörfer durch Lavaströme zerstört. Andere Lavaströme zeugen von submarinen Eruptionen an Tiefseebergen, hier ein Beispiel vom Cabo Verde Seamount.

Pico do Fogo on Fogo island is a very active volcano. It last erupted from end 2014 to beginning of 2015. During the eruption, two villages got destroyed by the lava flows. Other lava flows are evidence of submarine eruptions on seamounts. Here an example from Cabo Verde Seamount.

Photos: Lisa Samrock / GEOMAR, ROV-Team / GEOMAR, Simo Räsänen (CC BY-SA 3.0)



Inseln auf einer heißen Herdplatte

Das Archipel der Kapverden besteht aus Inseln und Tiefseebergen (sogenannte Seamounts) vulkanischen Ursprungs. Der Vulkanismus wird durch einen sogenannten Hot Spot verursacht: Heißes verformbares Gestein im tiefen Erdinneren steigt langsam auf und bildet heißes Magma, das die dünne Ozeanplatte immer wieder durchdringt. Dabei wölbt sich auch der Meeresboden der Region auf.

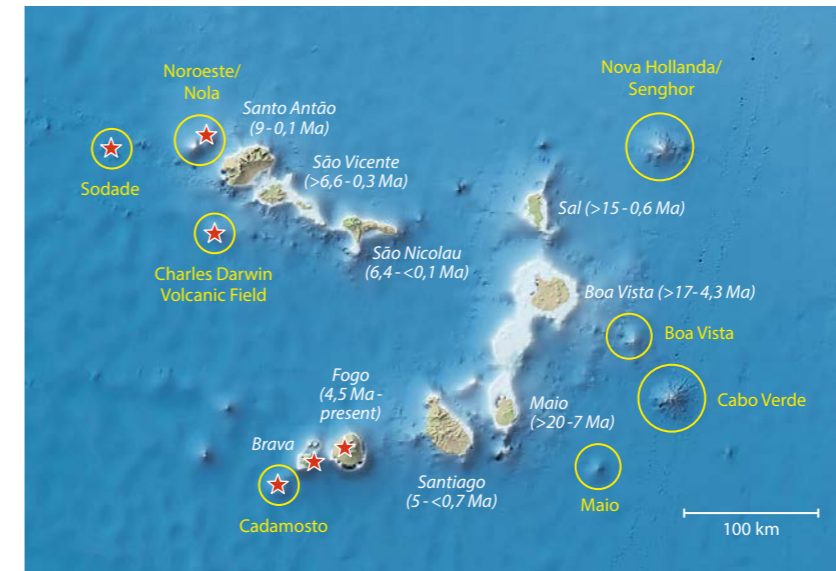
Charakteristisch für Kap Verde sind Gesteine mit chemisch sehr unterschiedlichen Zusammensetzungen und Zeugnisse sowohl von explosiven Vulkanausbrüchen als auch effusiven Ausbrüchen zähflüssiger Laven. Die Entstehung des Archipels begann im östlichen Teil vor etwa 20 Millionen Jahren und schreitet west-

wärts voran. Heute sind die ältesten Inseln (Sal, Boa Vista, Maio) flach erodiert, während die jüngeren westlichen Inseln deutliche Topographie zeigen. Fogo ist ein aktiver Vulkan, der im Schnitt alle 20 Jahre ausbricht und damit zu den aktivsten Vulkanen im Atlantik zählt. Weitere westliche Inseln und Tiefseeberge (Santo Antão, São Vicente, Brava sowie die Seamounts Nola, Sodade und Cadamosto) sind seismisch aktiv, was auf magmatische Aktivität im Untergrund hindeutet.

Aktuelle Studien auf Kap Verde zielen auf ein besseres Verständnis, wie sich das Archipel gebildet und im Laufe der Zeit entwickelt hat, wo zum Beispiel die nächste Insel wachsen könnte, und welchen Naturgefahren die örtliche Bevölkerung ausgesetzt ist.

Hotspot-Vulkanismus über und unter dem Meer

Hotspot Volcanism above and under the Sea



Karte des Kap Verde Archipels mit dem derzeit bekannten Alter der jeweiligen Inseln, welche von Ost nach West jünger werden, sowie der Seeberge (gelb) und der seismisch und/oder vulkanisch aktiven Regionen (rote Sterne) des Archipels. Der Meeresboden um Kap Verde ist 110-140 Millionen Jahre (Ma) alt.

The map shows the islands of the Cape Verde archipelago with the known ages of the islands, which become younger from East to West, as well as the seamounts (yellow) and seismically and/or volcanically active regions (red stars) of the archipelago. The seafloor around the islands is 110-140 million years (Ma) old.

Source: GEOMAR, Bathymetric Map: GEBCO

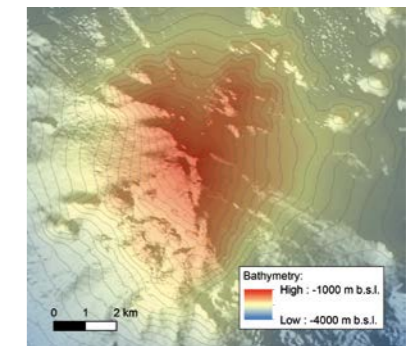
Islands on a Hot Spot

Cape Verde comprises islands of volcanic origin, and volcanic seamounts in the submarine part of the archipelago. The volcanism is caused by a so called hot spot: hot ductile rock rises within the deep Earth and forms hot magma, which ascends through the Earth's surface. As a result, also the regional seafloor arches upward.

Characteristic for Cape Verde are different chemical compositions of rocks, and explosive volcanic eruptions as well as viscous lava flows. The archipelago began to form in the eastern part about 20 million years ago. An age progression towards the east can be observed. At present, the oldest islands (Sal, Boa Vista, Maio) are flat and eroded, whereas the younger western islands have a prominent topography. Fogo is an active volcano, which erupts every 20 years on average and therefore

ranks amongst the most active volcanoes in the Atlantic. The westernmost islands and seamounts (Santo Antão, São Vicente, Brava, as well as Nola, Sodade and Cadamosto seamounts) are seismically active, which indicates magmatic activity underground.

Aim of recent studies in Cape Verde is to understand how the archipelago formed and evolved with time, for example where the next island could form, and which natural hazards the local population faces.



Bathymetrische Karte des submarinen Cadamosto Seebergs, welcher in einer Wassertiefe von 1.500 bis 3.000 Metern liegt.

Bathymetric map of the submarine Cadamosto Seamount, which is located at a depth of 1,500 to 3,000 metres below sea level.

Map: Tom Kwasnitschka / GEOMAR, Lisa Samrock / GEOMAR



1. Wie alt sind die Vulkane der Kapverden? Geologische Spurensuche während der HOSST-TOSST Sommerschule 2018.
How old are the volcanoes of Cabo Verde? Participants of the 2018 HOSST-TOSST summer school looking for traces of geological processes.
Photo: Christel van den Bogaard / GEOMAR

2. In gemischten HOSST-TOSST-Uni Cabo Verde-Gruppen arbeiten die Doktoranden an einzelnen Aspekten des übergeordneten Themas der Sommerschule.
In mixed HOSST-TOSST-Uni Cabo Verde groups, PhD students work on individual aspects of the overall topic of the summer school.
Photo: Thor Hansteen / GEOMAR

3. Wie beeinflusst die globale Erwärmung das Nahrungsverhalten von marinen Wirbellosen? Mayara Delgado und Anne Brauer, das GAME-Team 2018 in Kap Verde.
How does ocean warming effect diet composition in marine invertebrate grazers? Mayara Delgado and Anne Brauer, the GAME team 2018 in Cape Verde.
Photo: Edson Silva Delgado

Wissenschaftliche Ausbildung

Ein kleiner Inselstaat mit wenigen Ressourcen und einer sich rapide wandelnden Ozeanumwelt braucht viele Expertinnen und Experten, die eine große Spannweite von Wissen und verschiedenen Perspektiven mitbringen, um sich den vielfältigen Herausforderungen zu stellen, mit denen die Bevölkerung konfrontiert ist. Die Regierung der Kapverden hat die Notwendigkeit der Nachwuchsförderung von Anfang an erkannt. In Partnerschaft mit der Fakultät für Ingenieurwesen und Meereswissenschaften der Universität Cabo Verde (FECM/UniCV) und der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU), haben GEOMAR, INDP und weitere assoziierte Partner akademische Programme eingerichtet, um lokale und regionale wissenschaftliche und technische Kapazitäten zu stärken und zu entwickeln.

Im Mai 2018 wurde bereits die zweite Sommerschule der kombinierten Graduiertenprogramme HOSST und TOSST (Helmholtz Ocean System Science and Technology, GEOMAR, Kiel und Transatlantic Ocean System Science and Technology, Dalhousie University, Halifax) am OSCM durchgeführt. Hier lernten 30 Masterstudenten aus der ganzen Welt die Geologie und Entstehungsgeschichte des Inselarchipels kennen und welche Rolle der Vulkanismus sowohl an Land als auch im untermeerischen Bereich spielt.

Das WASCAL Master Programm für Klimawandel und Marine Wissenschaften, finanziert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, wird im Frühjahr 2019 starten und an der FECM und am OSCM angesiedelt sein. WASCAL, das West African Science Service

Centre on Climate Change and Adapted Land Use, umfasst zwölf Länder der Westafrikanischen Wirtschaftsgemeinschaft (ECOWAS). Jedes Land trägt ein Graduiertenprogramm bei, das auf seinen Stärken und Expertisen beruht. Das neue Masterprogramm, das an der FECM und am OSCM starten soll, wird die nächste Generation von marinen Experten in regional relevanten meereswissenschaftlichen Themen ausbilden. Die Studierenden profitieren dabei von einem dynamischen Forschungsumfeld in Bezug auf Expertise und Technologie, die internationale Partner einbringen.

Weiterhin kooperieren die Universität Cabo Verde und GEOMAR im internationalen Masterprogramm GAME – Global Approach for Modular Experiments. Jedes Jahr führt ein Team aus zwei Studierenden ein sechsmonatiges Experiment am OSCM durch. Bis zu acht binationale Studententeams arbeiten so parallel an aktuellen ökologischen Themen an verschiedenen Orten der Welt und werden von Forschenden der GAME-Partnerinstitute begleitet. Nach Abschluss der Experimente treffen die Teams in Kiel zum Vergleich ihrer Ergebnisse aufeinander. Angewandte Forschung und akademische Bildung zu drängenden ökologischen Fragestellungen, kombiniert mit einem weltweiten Netzwerk und Arbeitserfahrung in verschiedenen kulturellen und wissenschaftlichen Umfeldern, bildet so eine einzigartige Basis für die weitere Forschungskarriere der Studierenden.

Academic Training

A small island state with few resources and a rapidly changing ocean environment requires a broad range of experts providing different knowledge and perspectives to tackle the manifold challenges its society is confronted with. The Government of the Republic of Cabo Verde has been recognizing this need for capacity development since the beginning. In partnership with the Faculty of Engineering and Marine Sciences at the University of Cabo Verde (FECM/UniCV) and Kiel University (CAU), GEOMAR, INDP and further associated partners have established academic programmes to foster and strengthen local and regional scientific and technical capacities.

In May 2018, the second Helmholtz Graduate Summer school HOSST-TOSST took place at the OSCM (HOSST - Helmholtz Ocean System Science and Technology, GEOMAR, Kiel and TOSST- Transatlantic Ocean System Science and Technology, Dalhousie University, Halifax), where about thirty students from all over the world learned about the geology of the Cape Verde Islands, the evolution and the volcanism on land and below the sea surface.

The WASCAL Master Programme for Climate Change and Marine Sciences, funded by the German Federal Ministry of Education and Research, will start in spring 2019. It is going to be centered both at the FECM and the OSCM. WASCAL, the West African Science Service Centre on Climate Change and Adapted Land Use, comprises twelve countries

of the Economic Community of West African States (ECOWAS) with each country contributing its own graduate school that builds on its strengths and expertise. The new master programme be launched at FECM and OSCM will train the next generation of marine experts in regionally relevant marine scientific topics, with the students profiting from the dynamic research environment with respect to expertise and technology that international partners are bringing in.

In addition, UniCV and GEOMAR have become partners of the reknown international GAME programme - Global Approach for Modular Experiments. Every year a tandem of two students conducts a six-month long experiment at the OSCM. Up to eight bi-national student pairs work parallel on current ecological issues at different locations around the world and are supervised by scientists from GAME partner institutes. After completion of the experiments, the students gather back in Kiel to compare their results. Applied research and academic training on urgent ecological issues, combined with a global network and working experience in a different culture and research environment, form a unique basis for propelling their personal scientific careers.



1. Heimat mitten im Atlantik:
Die Menschen in Kap Verde leben vom und mit dem Meer.
Home country in the middle of the Atlantic: the people of Cape Verde live with and from the ocean.
Photo: Karen Hissmann / GEOMAR
2. Schülerinnen und Schüler experimentieren bei einer deutsch-kapverdischen Sommerschule von GEOMAR und INDP in Mindelo.
Students conducting experiments during a German - Cape Verdean summer school of GEOMAR and INDP in Mindelo
Photo: Joachim Dengg / GEOMAR
3. Während des Tags der offenen Tür im Februar 2018 bestaunen Schülerinnen und Schüler das Tauchboot JAGO.
During an open day in February 2018 pupils are fascinated by the submersible JAGO.
Photo: Edson Silva Delgado

Dialog und Wissensvermittlung

Angesichts der Größe und Bedeutung der Weltmeere kommt der Vermittlung von Wissen und dem Weitergeben von Erlebnissen der Meeres- und Klimaforschung eine zunehmend wichtiger werdende Rolle zu. Dieses darf jedoch nicht auf die Welt der Wissenschaft begrenzt sein, sondern muss die Gesellschaft erfassen und schon bei ihren jüngsten Mitgliedern ansetzen. Menschliches Handeln hat bereits jetzt nachweisbare und potentiell folgenschwere Veränderungen wie Erwärmung, Versauerung, Verschmutzung und Überfischung der Weltmeere verursacht, die nur durch eine Sensibilisierung für das fragile Ökosystem Meer in einem gesamtgesellschaftlichen Zusammenhang angegangen werden können.

Die Republik Cabo Verde, 600 Kilometer westlich des afrikanischen Festlands im offenen Atlantik gelegen, ist von einer intakten Meeresumwelt und ausreichend verfügbaren Ressourcen aus dem Meer abhängig. In einem Land ohne Bodenschätze und mit einer nur schwach entwickelten Industrie kommt dem Wissen über die Meere und seinen Chancen und Risiken eine besondere Bedeutung zu. Daher sind Bildung und Wissenstransfer besonders hier von enormer gesellschaftlicher Bedeutung.

GEOMAR, INDP und die Universität Cabo Verde (UniCV) haben es sich zur Aufgabe gemacht, durch verschiedene Aktivitäten Aufmerksamkeit für die Meeresforschung zu wecken und Wissen an die Bevölkerung weiterzugeben.

So wurde die speziell für die Kapverden adaptierte Ausstellung „Future Ocean Dialogue“ des Kieler Exzellenzclusters „Ozean der Zukunft“ nach Mindelo geholt. Zahlreiche Schulklassen und Besuchergruppen konnten so im OSCM mehr über die sich durch das menschliche Handeln insbesondere im Bereich der Kapverden ergebenden Umweltrisiken lernen. Tage der offenen Tür, wie zum Beispiel im März 2018, als das bemannte Tauchboot JAGO im Rahmen einer Expedition am OSCM gezeigt werden konnte, erfreuen sich eines regen öffentlichen Interesses.

Die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) hat sich vor allem über den Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ bereits erheblich auf den Kapverden engagiert und wird dies über das Zentrum für interdisziplinäre Meereswissenschaften, Kiel Marine Science (KMS), auch in Zukunft fortführen. Eine wichtige Rolle kommt dabei auch dem UNESCO Lehrstuhl für Interdisziplinäre Meereswissenschaften zu, der sich schwerpunktmäßig auf die Kapverden ausrichtet. Langfristig ist an den Aufbau eines „Local Ocean Solution Hub“ gedacht. Dabei geht es um die Vernetzung von Meeresexperten aus Kiel und Mindelo mit verschiedenen Sektoren wie Gesellschaft, Politik, Wirtschaft und Industrie. Es sollen für Kap Verde relevante Fragestellungen aus den verschiedenen Perspektiven analysiert und gemeinsam lösungsorientierte Wege bis hin zu angewandten Umsetzungen aufgezeigt werden. Das OSCM versteht sich dabei als Dialogplattform, die die betroffenen Akteure an einen runden Tisch holen will, um voneinander auf Augenhöhe zu lernen, Wissen zu vermitteln und Lösung zu erarbeiten.

Dialogue and Outreach

In view of the size and importance of the world's oceans, the transfer of knowledge and experiences from marine and climate research is playing an increasingly important role. However, this must not be limited to the world of science, but must encompass society and begin with its youngest members. Human action has already caused verifiable and potentially serious changes such as warming, acidification, pollution and overfishing of the oceans, which can only be tackled by sensitising people to the fragile ecosystem of the sea in the context of society as a whole.

The Republic of Cabo Verde, 600 kilometres west of mainland Africa in the open Atlantic Ocean, is dependent on an intact marine environment and sufficient marine resources. In a country without mineral resources and with only a weakly developed industry, knowledge about the oceans and the opportunities and risks associated with their use is of particular importance. For this reason, education and knowledge transfer are of enormous social importance, especially here.

GEOMAR, INDP and the University of Cabo Verde (UniCV) have made it their task to raise awareness for marine research through various activities and to pass on knowledge to the population. The exhibition "Future Ocean Dialogue" of the Kiel Cluster of Excellence "The Future Ocean", specially

adapted for Cape Verde, was brought to Mindelo. Numerous school classes and visitor groups were thus able to learn more about the environmental risks posed by human activities, particularly in the Cape Verde region. Open days, such as the one in March 2018, when the manned submersible JAGO was shown at the OSCM as part of an expedition, are attracting a great deal of public interest.

The Kiel University (CAU) has already made a considerable commitment to Cape Verde, especially through the Cluster of Excellence "The Future Ocean", and will continue to do so in the future through the Center for Interdisciplinary Marine Sciences, Kiel Marine Science (KMS). The UNESCO Chair of Interdisciplinary Marine Sciences, which focuses on Cape Verde, also has an important role to play here. In the long term, the establishment of a "Local Ocean Solution Hub" is planned. This involves networking marine experts from Kiel and Mindelo with various sectors such as society, politics, business and industry. Questions relevant to Cape Verde will be analysed from different perspectives and solution-oriented paths up to applied implementations will be pointed out together. The OSCM sees itself as a platform for dialogue which aims to bring the actors concerned to a round table in order to learn from each other at eye level, to impart knowledge and to develop solutions.

Das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung und das Nationale Institut für Fischereiforschung (INDP) der Republik Cabo Verde kooperieren bereits seit 2004 in der wissenschaftlichen und logistischen Zusammenarbeit. Sie betreiben gemeinsam das Ocean Science Centre Mindelo sowie das Cape Verde Ocean Observatory. Sie kooperieren zudem mit dem Cape Verde Atmosphere Observatory und geben der Meeres- und Atmosphärenforschung in Kap Verde damit die erforderliche Basis und Kontinuität.

The GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel and the National Institute for Fisheries Development (INDP) of the Republic of Cabo Verde are cooperating since 2004. They jointly operate the Ocean Science Centre Mindelo as well as the Cape Verde Ocean Observatory. They also cooperate with the Cape Verde Atmosphere Observatory and thereby provide the necessary basis and continuity for marine and atmospheric research in Cape Verde.

Das GEOMAR ist eine der führenden Einrichtungen auf dem Gebiet der Meeresforschung weltweit. Aufgabe des Instituts ist die Untersuchung der chemischen, physikalischen, biologischen und geologischen Prozesse im Ozean und ihre Wechselwirkung mit dem Meeresboden und der Atmosphäre. Das GEOMAR beschäftigt rund 1.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

GEOMAR is one of the world's leading marine research organizations. The institute's mission is to study the chemical, physical, biological and geological processes in the ocean and their interactions with the seabed and the atmosphere, covering a spectrum that is unique in Germany. GEOMAR employs around 1,000 people.

Das INDP befasst sich mit zentralen Fragen der regionalen Fischerei. Ziel ist es, Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft zu diesem Thema zu beraten. Dazu gehören gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der mit der Fischerei verbundenen sozioökonomischen Aspekte. Mit Hauptsitz in Mindelo auf der Insel São Vicente sowie weiteren Außenstellen beschäftigt das INDP insgesamt rund 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

The INDP deals with key issues of regional fisheries. The aim is to advise policy makers and business leaders in the fisheries sector. These include targeted measures to improve socio-economic aspects of fisheries. Headquartered in Mindelo on the island of São Vicente and with other satellite stations, the INDP employs a total of around 150 people.

Das Atmosphärenobservatorium in Calhau wird von einem kapverdisch-britisch-deutschen Konsortium betrieben. Partner sind hier das Nationale Institut für Meteorologie und Geophysik der Republik Cabo Verde (INMG), die Universität York in Großbritannien, das Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena und das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung in Leipzig.

The atmospheric observatory in Calhau is operated by a Cape Verdean-British-German consortium. Partners here are the National Institute of Meteorology and Geophysics of the Republic of Cabo Verde (INMG), the University of York in the UK, the Max Planck Institute for Biogeochemistry in Jena and the Leibniz Institute for Tropospheric Research in Leipzig.

Für die wissenschaftliche Ausbildung und die Zusammenarbeit in der Forschung ist über die letzten Jahre die Bedeutung der Universität Cabo Verde (UniCV) mit der auf der Insel São Vicente ansässigen Fakultät für Ingenieurwesen und Meereswissenschaften stark gewachsen. Die UniCV partizipiert im internationalen GAME-Programm des GEOMAR und betreibt gemeinsam mit dem GEOMAR den vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten WASCAL-Masterstudiengang „Climate Change and Marine Sciences“. Auch das zunehmende Engagement der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) ist für die Weiterentwicklung der Kooperation in Forschung und Lehre wichtig. Dieses steht vor allem mit dem Zentrum für interdisziplinäre Meereswissenschaften (KMS) und dem UNESCO Lehrstuhl für Interdisziplinäre Meereswissenschaften der CAU in Verbindung.

In recent years, the University of Cabo Verde (UniCV) and the Faculty of Engineering and Marine Sciences on the island of São Vicente have become increasingly important for scientific education and cooperation in research. The UniCV participates in GEOMAR's international GAME programme and, together with GEOMAR, runs the WASCAL Master's programme "Climate Change and Marine Sciences" financed by the German Federal Ministry of Education and Research. The increasing commitment of the Kiel University (CAU) is also important for the further development of cooperation in research and teaching. This is primarily linked to the Centre for Interdisciplinary Marine Sciences (KMS) and the UNESCO Chair for Interdisciplinary Marine Sciences at the CAU.

Die Forschung auf den Kapverden gedeiht aber in besonderem Maße aufgrund der intensiven Kooperationen in weiteren Forschungsfeldern auf nationaler wie internationaler Ebene. So ist an dem WASCAL-Masterprogramm auch das Thünen-Institut für Seefischerei beteiligt, das seit vielen Jahren mit dem INDP und der UniCV in Forschung und Lehre kooperiert. Das Thünen-Institut adressiert für das Land wichtige Fragen zum Einfluss des Klimawandels auf die Fischbestände und trägt sein Wissen zum Fischereimanagement bei. Ebenso sind das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS) in Leipzig und das Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena als Hauptbetreiber des „Cape Verde Atmosphere Observatory“ wichtige Kooperationspartner für den Standort Kap Verde in der internationalen Meeres- und Atmosphärenforschung. Über den Atlantik hinweg ist es vor allem die Dalhousie Universität in Halifax, Kanada, die sich für den Standort Kap Verde stark macht und hier regelmäßig Sommerschulen veranstaltet. Weitere Partnerschaften sollen vor allem in Westafrika und im portugiesischsprachigen Raum gestärkt und nachhaltig ausgebaut werden.

Research in Cape Verde, however, thrives especially due to the intensive cooperation in other research fields both on a national and international level. For example, the Thünen Institute of Sea Fisheries, which has been cooperating with the INDP and the UniCV in research and teaching for many years, is also involved in the WASCAL Master Programme. The Thünen Institute addresses important questions concerning the influence of climate change on fish stocks and contributes its knowledge to fisheries management. The Leibniz Institute for Tropospheric Research (TROPOS) in Leipzig and the Max Planck Institute for Biogeochemistry in Jena, the main operators of the Cape Verde Atmosphere Observatory, are also important cooperation partners for Cape Verde in international marine and atmospheric research. Across the Atlantic, it is above all Dalhousie University in Halifax, Canada, which is committed to Cape Verde and regularly organises summer schools here. Further partnerships are to be strengthened and sustainably developed, especially in West Africa and in Portuguese-speaking countries.



Ocean Science Centre Mindelo - Neue Plattform der Meeresforschung im tropischen Atlantik

Ocean Science Centre Mindelo - New Platform for Marine Science in the Tropical Atlantic

Impressum | Imprint

Herausgeber | Publisher

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel
Wischhofstr. 1-3, D-24148 Kiel, Germany

Redaktion | Editors

Arne Körtzinger, GEOMAR
Cordula Zenk, GEOMAR

Layout

Christoph Kersten, GEOMAR

Klimaneutral gedruckt auf umweltfreundlichem Recyclingpapier
Climate neutral print on environment friendly paper

Copyright 2018, GEOMAR



Kontakt | Contact

Ocean Science Centre Mindelo

c/o Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas
Cova de Inglesa, C.P. 132, Mindelo, Rep. de Cabo Verde

Cordula Zenk, Cape Verde Coordinator at GEOMAR

Tel: +49 431 600-4209, E-mail: czenk@geomar.de

Links

www.oscm.cv

Ocean Science Centre Mindelo

www.cvoo.de

Cape Verde Ocean Observatory

www.geomar.de

GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel

www.facebook.com/INDP.CV/

Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas

