

Klaus-Jürgen Götting

Das Institut für Meeresforschung in Punta de Betín, Santa Marta/Kolumbien

Bericht und Ausblick

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. W. E. Ankel zum 80. Geburtstag gewidmet

Ende 1975 wurde zwischen der Justus-Liebig-Universität und der kolumbianischen Wissenschaftsorganisation COLCIENCIAS ein Partnerschaftsvertrag abgeschlossen, der die Zusammenarbeit im Institut für Meeresforschung in Santa Marta an der Nordküste Kolumbiens zum Inhalt hat. Das Institut war damit an einem bedeutungsvollen Einschnitt seiner Entwicklung — Anlaß genug für eine rückschauende Betrachtung der bisher geleisteten Arbeit und für eine Vorausschau auf das für die Zukunft Geplante.

Geschichte und gegenwärtige Situation des Instituts

Während eines Kolumbien-Besuches der Gießener Professoren Ankel, v. Denffer, v. Uexküll, Uhlig und Weyl im Frühjahr 1963 wurde die Idee geboren, in einem leerstehenden Gebäudekomplex auf der Halbinsel Punta de Betín bei Santa Marta ein Institut zu gründen, das der naturwissenschaftlichen Erforschung der Region dienen sollte. Das Institut entstand und wurde bekannt unter dem Namen „Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones Científicas Punta de Betín“ (abgekürzt ICAL). Wesentlicher Initiator und über viele Jahre hinweg Betreuer und Förderer dieses Instituts war der Zoologe Professor Ankel. Als Außenstelle des Tropeninstituts bildete das ICAL einen Teil der Universität Gießen. Ankel hat mehrfach über Aufbau und Werden des Instituts berichtet^{1, 2}.

Dank der großzügigen Unterstützung durch private und staatliche Einrichtungen (genannt seien hier nur stellvertretend für alle: Stiftung Volkswagenwerk, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Gießener Hochschulgesellschaft) konnte das ICAL zu einem Zentrum naturwissenschaftlicher Forschung an der Nordküste Kolumbiens ausgebaut werden. Es braucht hier nicht betont zu werden, daß dieser Ausbau viel Einsatz verlangt hat, der von den Senatsbeauftragten (W. E. Ankel 1963—1971; W. Meinel 1971—1972; G. Mertins 1972—1975), dem Stellvertretenden Senatsbeauftragten (R. Weyl) und den örtlichen Leitern des ICAL (G. Richter 1963; R. Kaufmann 1963—1972; B. Werding 1972—1975) in zahllosen Verhandlungen mit deutschen und kolumbianischen Dienststellen erbracht wurde.

Von Anfang an war die Zusammenarbeit mit kolumbianischen Freunden und Kollegen gut. In Santa Marta bildete sich ein Kreis von Förderern; die

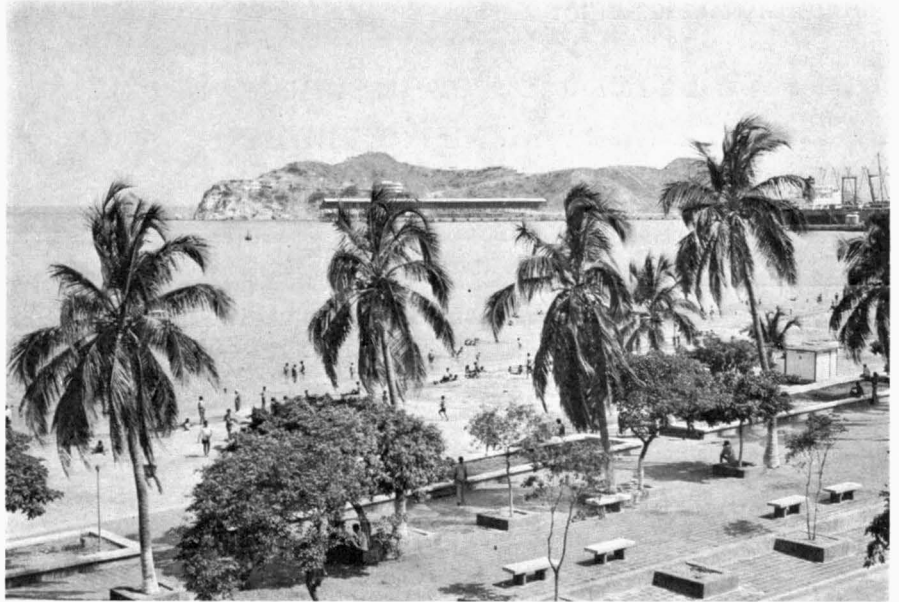


Abb. 1: Blick über die Strandpromenade und die Bucht von Santa Marta auf die Halbinsel Punta de Betín mit den Institutsgebäuden.

Universidad de los Andes in Bogotá pachtete — stellvertretend für die Justus-Liebig-Universität — seit 1963 das Institutsgebäude und stellte es dem ICAL zur Verfügung. Pläne, die kolumbianisch-deutsche Zusammenarbeit auf eine breitere, vertraglich gesicherte Basis zu stellen, nahmen erst 1974 konkretere Formen an. Die langwierigen Verhandlungen zogen sich bis zum Sommer 1975 hin. Es ist insbesondere den intensiven Bemühungen von Herrn Mertins zu verdanken, daß dann ein von beiden Seiten akzeptiertes, unterschriftsreifes Vertragswerk vorlag. Im August 1975 unterzeichneten der Präsident der JLU und der Geschäftsführer von COLCIENCIAS ein Partnerschaftsabkommen über die Zusammenarbeit im Institut in Santa Marta, das jetzt die Bezeichnung „Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín“ (abgekürzt INVEMAR) erhielt. Ein im Oktober 1975 vollzogener Notenwechsel zwischen den Regierungen der Bundesrepublik Deutschland und der República de Colombia gab den völkerrechtlich notwendigen Rahmen für das Kooperationsprojekt.

Der Partnerschaftsvertrag regelt den Inhalt, die Form und die Dauer der Zusammenarbeit. Über den Inhalt wird unten ausführlicher berichtet. Die Dauer ist zunächst auf drei Jahre, also bis Ende 1978, befristet. Das INVEMAR wird von einem kolumbianischen und einem deutschen Kodirektor gemeinsam geleitet. Als kolumbianischen Kodirektor konnte COLCIENCIAS Dr. G. Roldan von der Universidad de Antioquia in Medellín ge-

winnen, deutscher Kodirektor ist der frühere Institutsleiter Dr. B. Werding. Dr. Werding ist gleichzeitig einer der drei deutschen Langzeit-Experten, zu deren Entsendung sich die Gießener Universität verpflichtet hat. Ihm zur Seite stehen Dr. F. Köster und Dr. E. Wedler, die jeweils bestimmte wissenschaftliche Teilaufgaben innerhalb des Gesamtprojektes zu bearbeiten haben, von denen noch zu reden sein wird. Die drei Langzeit-Experten werden unterstützt durch kurzfristig an speziellen Problemstellungen arbeitende deutsche Wissenschaftler, die für zwei bis drei Monate im Institut tätig sind. Die deutschen Wissenschaftler stellen nicht nur ihre Forschungs-, sondern auch ihre Lehrerfahrungen zur Verfügung und beteiligen sich so ganz wesentlich an der Ausbildung kolumbianischer Nachwuchswissenschaftler. Die deutsche Seite stellt auch zwei technische Angestellte und bietet Stipendien für kolumbianische Postgraduierte an. Die Bundesrepublik gewährt Sachmittel in einer Höhe, die ermöglicht, daß das Vertragsziel erreicht werden kann. Das Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit hat mit der technischen Abwicklung die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) beauftragt, während der Deutsche Akademische Austauschdienst die deutschen Kurzzeit-Experten und Techniker sowie die Stipendiaten betreut. COLCIENCIAS hat sich verpflichtet, Partner für die jeweiligen deutschen Experten, ferner administratives, technisches und ~~Hilfspersonal~~ sowie das Gebäude mit den notwendigen Versorgungseinrichtungen und die Betriebsmittel zu stellen.

Das sind einige der wichtigsten Vertragspunkte. Insgesamt geht es darum, in Zusammenarbeit von deutschen und kolumbianischen Wissenschaftlern die Umgebung von Santa Marta, speziell die Küstenregion und den nahegelegenen Tayrona-Park, naturwissenschaftlich zu erforschen, wobei der Schwerpunkt auf biologischem Gebiet liegt. Wegen dieser Schwerpunktsetzung wurde im Fachbereich Biologie ein Arbeitskreis konstituiert, der dem Universitätsbeauftragten beratend zur Seite steht. Gleichberechtigt ist neben dem Problem der Erforschung das der Lehre. Es ist Ziel des Vertrags, kolumbianische Biologen soweit aus- und weiterzubilden, daß sie die gegenwärtigen und weiterführende Untersuchungen nach Auslaufen des Kooperationsprojektes selbständig übernehmen. Zahlreiche, vom INVEMAR angebotene Kurse dienen auch der Ausbildung nicht am Institut tätiger kolumbianischer Wissenschaftler und Studenten. So wurden bisher schon Grund- und Spezialkurse in Meeresbiologie gehalten, an denen sich die jeweils anwesenden deutschen Kurzzeit-Experten mit einem ihrem Arbeitsgebiet entsprechenden Beitrag beteiligten. Die am Projekt mitarbeitenden deutschen Wissenschaftler leiten kolumbianische Studenten bei der Durchführung ihrer Thesis-Arbeiten an. In wöchentlichen Besprechungen werden die Resultate diskutiert, und es werden die weiterführenden Programme erörtert.

Laufende und geplante Untersuchungen

Der Projektvertrag legt fest, auf welchen Gebieten die deutschen Experten und ihre kolumbianischen Partner forschend tätig sein sollen. Grundlagenforschung muß in einem Land wie Kolumbien immer auch einen direkten Bezug zur anwendungsorientierten Praxis haben. Von besonderem Interesse sind Möglichkeiten, die Eiweißversorgung der Bevölkerung zu verbessern. Diesem Anliegen dienen mehrere Teilprojekte auf dem Gebiet der Meeresbiologie. Es liegt nahe, die Fischbestände zu nutzen. Der erste Schritt dazu ist eine Erfassung der Fischarten. Will man die Fischfangausbeute steigern, so sind Kenntnisse der ökologischen Ansprüche der Arten zwingend notwendig. Es gehört dazu auch das Wissen um die Futtergrundlage: die überwiegende Anzahl der Fische ernährt sich vom Plankton, den im Wasser treibenden, fast ausschließlich sehr kleinen Organismen. So umfaßt die Aufgabe „Vorarbeiten zur Kultivierung mariner Organismen“ also einen ganzen Komplex von Themen: Ermittlung ozeanografischer Grunddaten, marin-ökologische Untersuchungen, Erforschung des Planktons, Erfassung der Fischparasiten, Inventarisierung der Fisch-Arten, Auswahl für die Kultivierung geeigneter Arten und Entwicklung von Hälterungsmethoden. Und was hier für die Fische aufgezählt wurde, gilt ganz entsprechend auch für andere, für die Nutzung durch den Menschen in Betracht kommende Organismen, wie z. B. Krebse und Austern. Die Auster spielt bereits in dem benachbarten Brackwassergebiet der Ciénaga Grande de Santa Marta eine wichtige Rolle. In diesem, an wenigen Stellen mehr als 2 m tiefen Wasserbecken bilden die Austern Bänke, andere sitzen an den Stelzwurzeln der Mangrove. In günstigen Jahren werden sie von Fischern tonnenweise geerntet. Diese wichtige Eiweißquelle ist aber sehr unzuverlässig. Die Austern brauchen einen bestimmten minimalen Salzgehalt, um leben zu können. In Jahren mit wasserreicher Regenzeit wird die Ciénaga ausgesüßt, und die Muscheln sterben ab. In der Trockenzeit strömt salzhaltiges Meerwasser durch den schmalen Mündungskanal in die Ciénaga und mit ihm kommen wieder Austernlarven, die sich auf geeigneten Hartsubstraten festsetzen und das Gebiet neu besiedeln. Für die wirtschaftliche Nutzung bedeutet diese Existenzunterbrechung eine schwere Einbuße. Hier kommt es also darauf an, Methoden zu entwickeln, die zu einem erhöhten Ansatz von Austernlarven führen und den Austernbesatz vor Aussüßung zu schützen oder so mitsamt Substrat (etwa an Flößen) zu verlagern, daß die kritische Schwelle im Salzgehalt nicht unterschritten wird. Wenn es gelingt, die Austernkulturen kontinuierlich zu halten, würde es möglich, die früher in irriger Einschätzung der naturgegebenen Voraussetzungen errichteten Konservenfabriken für Austern wieder in Betrieb zu nehmen und so auch Arbeitsplätze zu schaffen. Diese beiden Beispiele zeigen besonders deutlich, daß ein Teil der Untersuchungsprojekte auf längere Frist berechnet ist. Um so wichtiger ist es, daß es

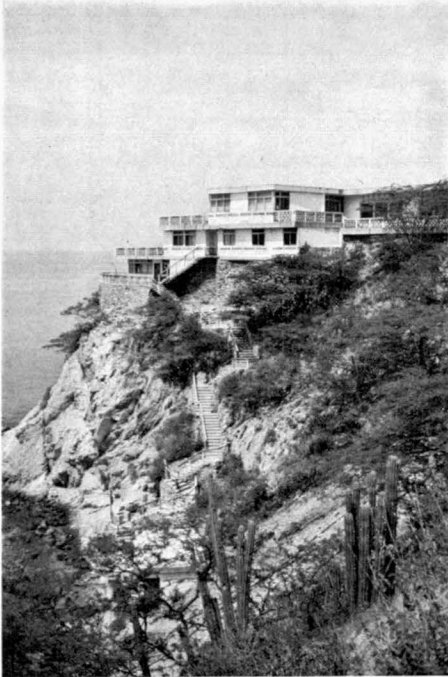


Abb. 2: Teil des Labortraktes des Institutsgebäudes und Treppe zum Fuße der Landzunge.

gelingt, während der Laufzeit des Projektes kolumbianische Wissenschaftler so einzuarbeiten, daß sie diese Untersuchungen später selbst fortführen und zu einem erfolgreichen Abschluß bringen können.

Weitere Arbeiten sind im gesamtökologischen Zusammenhang zu sehen. Dazu gehören Forschungen in bestimmten Buchten nordöstlich von Santa Marta, die sich mit den Lebensgemeinschaften befassen (Algen, Schwämme, Korallen, Krebse, Weichtiere, Stachelhäuter u. a. m.). In die Programme einbezogen ist auch das Gebiet des Tayrona-Parkes östlich von Santa Marta. Hier werden schwerpunktmäßig bestimmte Pflanzen- und Tiergruppen untersucht. Bedeutsam ist die Kenntnis des Wasser- und Bioelement-Haushaltes in den verschiedenen Ökosystemen dieses Tropenwaldgebietes, ergeben sich daraus doch nicht nur Konsequenzen für die Erhaltung dieses Naturparks, sondern auch für die landwirtschaftlich genutzten Flächen inner- und außerhalb des Parkbereichs.

Daß viele, für den Nicht-Zoologen unauffällige Tiergruppen eine wichtige Bedeutung haben und ihnen deshalb im Projektvertrag Aufmerksamkeit geschenkt wird, sei am Beispiel der Schnecken erläutert. Bisher ist über die Schneckenfauna des Gebietes sehr wenig bekannt. Bestimmte Schnecken übertragen die gefürchtete Tropenkrankheit Bilharziose, da sich in ihnen die Vorstadien der diese Krankheit erzeugenden Pärchenegel (*Schistosoma mansoni*) entwickeln. Das Auftreten der Bilharziose ist obligatorisch an das

Vorkommen der im Süßwasser lebenden Überträger-Schnecke gebunden. Im benachbarten Venezuela ist Bilharziose nachgewiesen, in Kolumbien (noch) nicht. Es kam nun darauf an, festzustellen, ob es auch im Untersuchungsgebiet Schnecken gibt, die als Zwischenwirte fungieren könnten. Tatsächlich waren solche Arten nachzuweisen. Damit ist also eine Voraussetzung für die Ausbreitung der Bilharziose nach Kolumbien gegeben, und die kolumbianischen Gesundheitsbehörden werden auf diese Gefahr achten müssen.

Alle die angeführten Beispiele zeigen besonders eindringlich, wie eng bei den laufenden Untersuchungen Grundlagen- und praxisbezogene Forschung miteinander verknüpft sind. Auch früher schon sind beide Aspekte berücksichtigt worden, wie die folgende Auswahl einiger am ICAL durchgeführter Untersuchungen zeigt. Die zitierten Ergebnisse entstammen vorwiegend Arbeiten, die in der institutseigenen Veröffentlichungsreihe „Mitteilungen aus dem Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones Científicas Punta de Betín“ publiziert worden sind. Diese „Mitteilungen . . .“ — redigiert von Prof. O. F. Geyer/Stuttgart und Dr. Kaufmann — sind von August 1967 bis Mai 1976 in 8 Heften erschienen. Sie haben dazu beigetragen, das Institut in der Fachwelt bekanntzumachen. Außerdem konnten mit ihrer Hilfe bedeutende Zeitschriften eingetauscht werden. Dadurch wurde es möglich, die Bestände der kleinen, aber auf so isoliertem Posten besonders wichtigen Bibliothek wesentlich zu erweitern. Insgesamt wurden in den „Mitteilungen . . .“ 76 Beiträge zur Biologie, Geologie und Geographie des Gebietes publiziert, davon 22 in spanischer, 13 in englischer und 41 in deutscher Sprache⁸. Weitere Untersuchungsergebnisse von Mitarbeitern und Gästen des Instituts sind in anderen Zeitschriften veröffentlicht worden, so daß bis Mitte 1976 nach den dem Referenten vorliegenden Unterlagen mindestens 147 Publikationen aus dem Institut hervorgegangen sind. Davon entfallen 70 auf zoologische, 36 auf geologische und geographische, 34 auf botanische und 7 auf sonstige Themen. Wegen des hier verfügbaren Raumes ist es nicht möglich, eine vollständige Übersicht zu geben, vielmehr hat der Referent eine subjektive Auswahl getroffen, um einen Überblick über die Breite der bearbeiteten Probleme zu bieten.

Einige Ergebnisse bisheriger Arbeiten

Die Stadt Santa Marta und mit ihr das Institut liegen zwischen der Karibischen See im Norden und den Ausläufern der Sierra Nevada de Santa Marta im Süden. Sie befinden sich in einer Trockenzone mit typischer Vegetation, die sich unter dem Einfluß eines Klimas entwickelt hat, das durch die Oberflächengestaltung wesentlich mitgeprägt ist. Diese ist unter anderem Ursache für die „brisa“, einen föhnartigen Fallwind, der in der nordwestlichen Sierra Nevada, östlich von Santa Marta, entsteht. Dort beginnt im Cerro las Bo-



Abb. 3: Die Sierra Nevada de Santa Marta, vom Flugzeug aus ca. 10 km Höhe gesehen. Rechts im Bild der höchste Gipfel, der vergletscherte Pico Cristóbal Colón (5800 m)
(Foto: R. Weyl)

vedas (ca. 900 m hoch) ein O-W-gerichtetes Talsystem, das sich bis zur Santa Marta benachbarten Gebirgskette um den San Lorenzo (ca. 2600 m) erstreckt. Der Passatwind tritt im Osten in die Täler ein und wird unter dem Einfluß verschiedener Faktoren so beschleunigt, daß er die Stadt mit einer Geschwindigkeit von mehr als 10 m pro Sekunde erreicht¹². 80% der Winde kommen aus nördlichen bis östlichen Richtungen. Entsprechend rollen die Wellen aus NO an die Küste, mit einer mittleren Frequenz von 7 Sekunden. Die Gezeiten sind schwach ausgeprägt, der Tidenhub beträgt nur etwa 20—30 cm, doch ist eine Strömung ausgebildet, die einen Transport des Sediments nach Westen bewirkt. Während im Bereich nördlich der Sierra Nevada Sedimente abgelagert werden, ist weiter westlich eine bedeutende Abtragung der Küste festzustellen: zwischen Santa Marta und Barranquilla wird die Küstenlinie jährlich um etwa 10 m zurückverlegt. So läßt sich errechnen, daß — unter gleichbleibenden Bedingungen — in 30

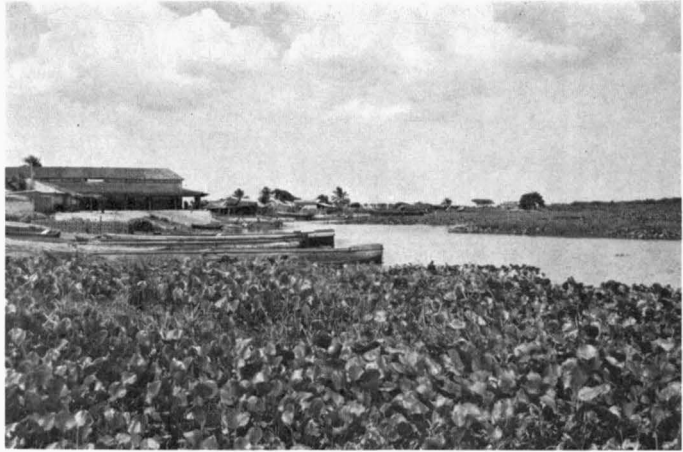


Abb. 4: Nebenlauf des Río Magdalena bei Soledad. Schwimmpflanzen, vor allem die Wasserhyazinthe *Eichhornia*, überwuchern die stehenden und langsamfließenden Gewässer und beeinträchtigen die Schifffahrt.

Jahren die Straßenverbindung zwischen diesen beiden kolumbianischen Hafenstädten gefährdet sein wird. Die abtragenden Kräfte arbeiten noch heute an der Zerstörung des Deltas, das der Río Magdalena vor etwa 2400 Jahren aufgebaut hatte. Das heutige Delta liegt etwas weiter westlich⁶. Die gewaltigen Wassermassen, die der Magdalena insbesondere in der Regenzeit ins Meer führt, sind vom Flugzeug aus an ihrer, durch die mitgeführten Trübungstoffe verursachten Färbung gut erkennbar. Das jährliche Hochwasser kommt im November/Dezember, während die Wasserführung im März am geringsten ist. Die durchschnittlich pro Sekunde ausgeleitete Wassermenge liegt bei etwa 6500 m^3 ¹⁹. In einem 6- bis 7jährigen Rhythmus werden extreme Hoch- und Niedrigwasserstände erreicht, von denen erstere zu katastrophalen Überschwemmungen führen¹⁸. Diese greifen auch auf die zwischen Barranquilla und Santa Marta gelegene Ciénaga Grande de Santa Marta über, die mit einer Fläche von ca. 450 km^2 die größte Küstenlagune in Kolumbien ist. Sie ist in den letzten 2300 Jahren durch einen relativen Anstieg des Meeresspiegels um 2 m entstanden. In ihren flacheren Bereichen im Osten und Süden besteht ihr Grund aus weichem Schlamm, in den zentralen und tiefsten Teilen (bis 7 m) aus einer zwischen 5 und 50 cm hohen Schicht von Molluskenschalen, Seepockengehäusen und kalkigen Wurmröhren. Gegen das offene Meer — im Norden also — ist die Ciénaga durch eine Nehrung, die „Isla de Salamanca“, abgeschlossen. Die Verbindung zum Meer besteht in einem einzigen, gut 200 m breiten Durchlaß im Nordosten, der in der Regenzeit Wasser in das Meer entläßt, während in der Trockenperiode salziges Meerwasser in die Ciénaga einströmt. So kommt es zu Salzgehaltsschwankungen zwischen 0 und $36,8\text{‰}$ ³⁹, die für das Leben

in der Ciénaga ganz entscheidend sind. Nur wenige Organismen (wie bestimmte Schnecken und Muscheln⁴⁾) vertragen diese extremen Werte, und es wird mit eine der faszinierendsten Aufgaben des Instituts sein, die besonderen Lebensbedingungen in der Ciénaga Grande de Santa Marta zu untersuchen.



Abb. 5: Buenavista, Teil des auf Pfählen in der Ciénaga Grande de Santa Marta errichteten Dorfes.

Östlich der Ciénaga und südlich von Santa Marta liegt die Bananenzzone, eine für kolumbianische Verhältnisse sehr intensiv genutzte Region mit relativ guter Infrastruktur. Bananen werden seit 1900 regelmäßig exportiert, in den letzten 15 Jahren ist die Ausfuhr jedoch stark zurückgegangen. Dafür werden zunehmend andere Kulturen angelegt: Mais, Maniok, Zuckerrohr, Baumwolle, Ölpalmen und andere. Die natürliche Vegetationsform war ursprünglich laubabwerfender, regengrüner Feuchtwald bzw. Feuchtsavanne. Intensives Roden und Abbrennen der Vegetation hat hier und in der Sierra zu schweren Erosionsschäden geführt. In dem so betroffenen Land geht schrittweise die Umwandlung in regengrünen Trockenwald, Trockensavanne und Dornbuschsavanne vor sich^{25, 26}.

Die typische Vegetationsform in der Region um Santa Marta ist die des tropischen Dornbusches. Die jährlichen Niederschläge sind hier mit 600 mm besonders niedrig, die Temperatur beträgt im Jahresmittel 27—29 ° C. Wesentlich bedingt durch das verfügbare Wasser, haben sich einige charakteristische Pflanzengesellschaften ausgebildet: 12—15 m hohe, regengrüne Trockenwälder, Dorngehölze, Kakteendorngehölze (stellenweise mit Agaven) und halbwüstenartige Kleinstrauchvegetation³². Eine der typischen Pflanzengestalten in den Kakteendorngehölzen ist der Blutholzbaum (*Haematoxylon brasiletto*), bei dem Stamm und Äste auffällig längsgerippt sind

und der wie andere Bäume und Sträucher nur in der Regenzeit Blätter trägt²³. Auch die wegen ihres laubbaumartigen Aussehens interessante Kaktee *Pereskia colombiana* verliert ihre Blätter schon gegen Ende der Regenzeit. Ihre sukkulenten Blätter enthalten bis zu 90% Wasser³⁰, und sie transpirieren besonders schwach³⁵. Die Arten, die auch während der Trockenzeit Blätter tragen, müssen sich auf anderem Wege gegen übermäßige Verdunstung schützen. So verringert *Tribulus cistoides* seine Gesamtblattfläche durch Abwurf von Blättern und durch Herabsetzen der durchschnittlichen Blattfläche von 6 auf 1,7 cm² bei den neugebildeten Blättern. Die Verdunstungsrate wirkt sich auf die Blatt-Temperatur aus. Während in der Regenzeit maximale Blatt-Temperaturen von 40° C auftreten, wird in der Trockenzeit die experimentell ermittelte Schädigungsgrenze bei etwa 52° C erreicht³³. Ausgeglichenere Klein-Klimate herrschen an Auwaldstandorten, die jetzt vielfach landwirtschaftlich genutzt werden³⁴. In das Gleichgewicht von Transpirationsrate und Blatt-Temperatur greift der Mensch in einigen seiner Kulturen in großem Maßstab ein: bestimmte, von Flugzeugen versprühte Herbizide und Insektizide führen beim Maniok zu einer Reduktion der Transpiration und zu einer Erhöhung der Blatt-Temperatur³⁷. Die genaue Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen kann für die Landwirtschaft unmittelbar nützlich sein. So lassen sich die Erträge von auf durchlässigen Böden wachsenden Apfelsinen steigern, wenn alle 3 Wochen gründlich bewässert wird²⁸.

In Gebieten, die sich wenig über den Meeresspiegel erheben, ist der Boden versalzen und entweder vegetationslos oder mit Halophyten bestanden. Auf den unbewachsenen Flächen krustet während der Trockenzeit Salz aus³⁰. Die biologische Aktivität des Bodens, gemessen anhand mikrobiell gebildeter Enzyme, ist in mangroveüberwachsenen Böden höher als in den weniger bewachsenen Flächen²².

Die Lebensräume in der Sierra Nevada sind vielgestaltig. Besonders im Nebelwaldgebiet am San Lorenzo finden sich auf kleinstem Raum stark wechselnde Biotope mit zahlreichen Pflanzenarten. Die gleichmäßige Wasserversorgung ist auch hier ein kritisches Problem. Die strauchförmigen *Monochaetum*-Arten haben eine speziell angepasste Blattoberfläche: die oberseitige Epidermis enthält stark vergrößerte Zellen, die offensichtlich der Wasserspeicherung dienen⁴¹. Auf den starker Sonneneinstrahlung ausgesetzten Hochflächen über der Baumgrenze, den Páramos, kommt zum Problem der Wasserversorgung noch das des Schutzes gegen übermäßige Insolation. Dieser, durch extreme klimatische Bedingungen gekennzeichnete Biotop über 3000 m Höhe wird von zahlreichen Lebermoosen besiedelt, die in Anpassung an die Lebensbedingungen Abwandlungen gegenüber den Arten aus tieferen Lagen aufweisen. Sie bilden lange Erdsenker zur Wasserversorgung

und vermeiden übermäßigen Lichteinfall durch dachziegelartig angeordnete Blätter mit reduziertem Chlorophyll-Gehalt. Embryonen und junge Sporophyten entwickeln sich in einem Brutsack (Marsupium) im Boden und somit auch geschützt⁴⁰.

Gegenüber diesen extremen Bedingungen zeichnen sich die Lebensräume im Meer durch relativ geringe Schwankungen der abiotischen Faktoren aus. Über große Entfernungen werden einheitliche oder doch sehr ähnliche Lebensbedingungen geboten, die es vielen Arten von Pflanzen und Tieren ermöglichen, große Meeresgebiete zu besiedeln. Ein Beispiel dafür bieten die marinen Pilze, die von den Küsten Floridas über die atlantische Seite Mexikos bis ins Litoral Kolumbiens mit den gleichen Arten vertreten sind²¹. Besonders eindrucksvoll dem von der Küste aus sammelnden wie auch dem schnorchelnden oder tauchenden Besucher sind die zahlreichen Algen. Neben 11 Grünalgen und 32 Rotalgen konnten 54 Arten von Braunalgen nachgewiesen werden^{21, 26}. Sie zeigen eine deutliche Staffelung in Abhängigkeit von der Höhenlage in bezug auf die Wasseroberfläche: im Niveau der Niedrigwasserlinie leben Vertreter von 12 Gattungen, während das bekannte, einem ganzen Meeresgebiet den Namen gebende *Sargassum* erst in 50 cm Tiefe auftritt, zusammen mit anderen Algen. In 1 m Tiefe gibt es nur noch 6 Arten²¹. Erstaunlich ist, daß die Meeresalgen zwar eine Temperatur-Erniedrigung auf 8—10° C vertragen, nicht aber eine Erhöhung auf mehr als etwa 36° C¹¹.

Die Korallen gehören neben den Krebsen und Weichtieren, den Stachelhäutern und oft bunten Fischen sowie den Schildkröten zu den eindrucksvollsten Tieren. In der Umgebung des Instituts leben zahlreiche einzelne wie auch riffbildende Korallen. Es gibt hier allein 33 scleractine Korallenarten, die bis in Tiefen von etwa 30 m leben und in Abhängigkeit vom jeweiligen Standort verschiedene Wuchsformen zeigen. An geschützten Stellen werden sie oft doppelt so groß wie an exponierten⁸. Starker Sandtransport in kräftigen Strömungen behindert ihr Wachstum erheblich. Legt man durch eine der Buchten östlich von Santa Marta ein Profil etwa senkrecht zur Küstenlinie, so lassen sich entlang dieses Profils vom flachen zum tiefen Wasser unterschiedliche Lebensgemeinschaften von Korallen feststellen, die jeweils durch das Dominieren einer Art gekennzeichnet sind²⁸. Ähnliche Zonierungen ergeben sich auch für die Mollusken. Allein mindestens 145 Meeres-schnecken leben in der Umgebung des Instituts¹⁷ in den verschiedensten Biotopen. Kleinste Arten bis 3 mm Körperlänge bewohnen die Sandlückensysteme am Strand²⁰, andere bevorzugen Steine in der Brandungs- und Flachwasserzone, sitzen an Venusfächern oder durchpflügen den Sandboden. Bestimmte Arten leben im stärker verschmutzten Wasser in der Nähe menschlicher Siedlungen, andere brauchen reines Wasser. Sie können dem

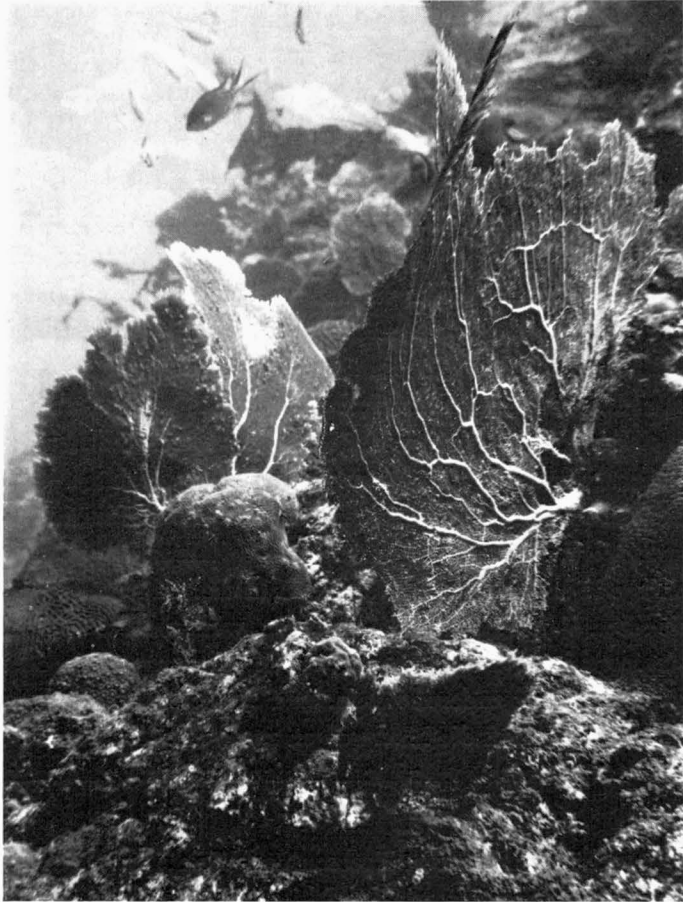


Abb. 6: Venusfächer (*Rhipidogorgia*) gehören zu den eindrucksvollsten Korallen. Sie verzweigen sich in einer Ebene, die senkrecht zur Wasserströmung steht. Mit ihrem verzweigten Maschensystem fangen sie Planktonten. Da ihr Gerüst nur relativ wenig Calcit enthält, sondern überwiegend aus dem elastischen Eiweißstoff Gorgonin besteht, schwingen die meist violetten Fächer in der Strömung hin und her. Zwischen ihnen, anderen Korallen und den Steinen leben zahlreiche Fische und wirbellose Tiere (UW-Aufnahme H. Erhardt).

Kundigen damit als Indikatoren für die Wasserqualität dienen. Es zeigt sich, daß sich die Artenzusammensetzung vor dem Institut, also noch im Hafengebiet, wie auch in der benachbarten Bucht vor dem Fischerdorf Taganga zugunsten jener Arten verschoben hat, die stärker verunreinigtes Wasser vertragen¹⁰. Ganz ähnlich stellen die Käferschnecken unterschiedliche Ansprüche⁹, und auch ihr Artenspektrum hat sich in den letzten sieben Jahren so verschoben, daß dadurch eine zunehmende Verschlechterung der Wasserqualität angezeigt wird¹⁰. Die Käferschnecken sind auch für den Geologen von Interesse, liefern sie doch Hinweise darauf, daß bis zum Pliozän eine Verbindung zwischen Pazifik und Atlantik bestanden hat und

erst dann eine Trennung dieser Ozeane durch die Anhebung der mittelamerikanischen Landbrücke eingetreten ist⁹. Für viele Mollusken stellt ein Gebiet östlich von Santa Marta eine Verbreitungsgrenze dar⁵.

Einzigartig ist die Fauna ungesteilter Haarsterne (Crinoidea) in der Umgebung des Instituts. Das gilt sowohl für die Artenvielfalt wie die Größe der Populationen. Besonders günstige Bedingungen finden die Haarsterne auf der Leeseite von Inseln und Halbinseln. Oberhalb 36 m Tiefe kommen 7 Arten vor²⁷.

Der Fischbestand ist artenreich. Das gilt vor allem auch für den Lebensraum des Korallenriffs, wo sich interessante Verhaltensstudien machen lassen. Der Fang wirtschaftlich wichtiger Fische wird überwiegend noch mit einfachen technischen Mitteln betrieben. Objekt des Fischfanges sind unter anderem bestimmte Schnapper-Arten, deren Lebenszyklus und Fortpflanzungsbiologie jüngst wenigstens für eine Spezies (*Lutjanus synagris*) teilweise aufgeklärt werden konnten. Überraschenderweise sind die Jungfische dieser Art salzgehaltstoleranter als die Erwachsenen. Sie wandern in großen Schwärmen in das Brackwasser der Flußmündungsgebiete ein, wahrscheinlich weil sie dort ein günstigeres Nahrungsangebot finden (Krebse, Fische). Bei 16 bis 18 cm Körperlänge werden sie geschlechtsreif, ausgewachsen erreichen sie etwa 50 cm Länge und ein Gewicht von 2 kg. Leider ist dieser recht häufige, mit Reusen und Schleppnetzen gefangene Fisch, schlechter zu filetieren als andere Arten⁷.



Abb. 7: Junge Schildkröte (*Caretta*) zwischen Büscheln des Tanges *Sargassum*.

An der karibischen Küste Kolumbiens laichen vier Arten von See-Schildkröten: die Leder-, die Suppen-, die Echte und die Unechte Karettschildkröte¹³. Ihr Hauptlaichgebiet (in dieser Region) liegt in der Nähe der Mündung des Río Buritaca, östlich von Santa Marta. Von besonderem wirt-

schaftlichem Interesse ist die Unechte Karettschildkröte (*Caretta caretta*), da nur sie noch in nennenswerter Menge an den Strand kommt. Die Weibchen gehen in einer Nacht zwischen April und August an Land, heben in einer Viertelstunde eine Grube von 40—65 cm Tiefe aus und legen ihre etwa 4 cm großen Eier in diese Grube hinein. Erwachsene Weibchen legen im Durchschnitt 106 Eier. Anschließend schieben sie die Grube zu und kehren ins Meer zurück¹⁵. Viele von ihnen werden dabei von den Küstenbewohnern gefangen und — ebenso wie die aus den Nestern entnommenen Eier — gegessen. Der Überschuss wird auf den Märkten verkauft. Für Experimente unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist die Unechte Karette besonders interessant, da die Art noch relativ häufig ist und die Jungtiere schneller heranwachsen als die der anderen Arten¹⁶. Sie schlüpfen mit ca. 45 mm Körperlänge aus dem Ei und wachsen innerhalb von zwei Monaten auf mehr als das Doppelte heran¹⁴.

Unter den Landwirbeltieren fielen dem Besucher des Instituts früher die zahlreichen und gelegentlich handzahn werdenden Leguane (*Iguana iguana*) auf. Noch 1968 lebten 50—70 dieser großen Echsen auf der Punta de Betín, inzwischen sind sie selten geworden. Die Gewichtszunahme dieser Tiere ist vom jahreszeitlichen Wechsel der Vegetation abhängig: der Zuwachs erfolgt nicht stetig, sondern in der Trockenzeit nehmen die Leguane sogar ab, obwohl sie vorher Reserven in Form von Fettpolstern um Nacken und Unterkieferwinkel angelegt haben²⁰.

Zu den häufigsten wildlebenden Säugetieren der Tropen gehören die Fledermäuse. Sie leben von Insekten oder Früchten, oder sie saugen als „Vampire“ Blut. Durch letzteres sind sie zwar bekannt und berüchtigt, die eigentliche Gefahr für den Menschen liegt aber darin, daß sie zahlreiche Krankheiten übertragen können. Sie verbreiten Viren, Bakterien, Protozoen und Pilze, von denen einige pathogen sind. Die von den Fledermäusen aufgenommene Nahrung — und mit ihr Krankheitskeime — passiert in nur einer Viertelstunde den Darm. Pro Tag entleert sich eine Fledermaus etwa sechzigmal und verunreinigt dabei auch Wasserstellen und Nahrungsmittel, über die sich der Mensch infiziert²⁴.

Das war eine kleine Auswahl aus den Ergebnissen von Arbeiten, die am Institut durchgeführt worden sind. Die Resultate zeigen in vielen Fällen, wie schnell wissenschaftliche Grundlagenforschung wirtschaftlich bedeutsame Aspekte bekommen kann. Es wird mit eine der wichtigen Aufgaben des INVEMAR sein, gemeinsam mit den kolumbianischen Dienststellen die Konsequenzen aus den Ergebnissen zu ziehen. Das betrifft etwa die Einrichtung und Abgrenzung von Naturschutzparks, Schutz- und Fangvorschriften für gefährdete Arten, Anlage von Farmen für Massenzuchten von Austern, Fischen und Schildkröten, und es betrifft auch gesundheitspolitische Maßnahmen.

Die kolumbianische Regierung und die zuständigen Behörden anerkennen die von deutscher Seite bisher erbrachten Leistungen. Anlässlich der konstituierenden Sitzung des Technischen Komitees wurden Professor Ankel als der „fundador principal“, die Justus-Liebig-Universität und die Stiftung Volkswagenwerk geehrt. Es bleibt im Interesse beider Vertragspartner zu hoffen, daß die gemeinsame Arbeit am INVEMAR sich auch in Zukunft erfolgreich fortsetzen wird.

Anmerkungen

„Mitt.“ bedeutet im folgenden, daß der zitierte Artikel in den „Mitteilungen aus dem Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones Científicas Punta de Betín“ erschienen ist.

- 1) Ankel, W. E., 1966: Das Instituto Colombo-Alemán in Santa Marta, Kolumbien. — Natur und Museum 96, 37—43.
- 2) —, 1969: Porqué un instituto de investigaciones en „Punta de Betín“? — Mitt. 3, 11—16.
- 3) Antonius, A., 1972: Occurrence and distribution of Stony Corals (Anthozoa and Hydrozoa) in the vicinity of Santa Marta, Colombia. — Mitt. 6, 89—103.
- 4) Cosel, R. von, 1973: Lista preliminar de los moluscos de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia). — Mitt. 7, 47—56.
- 5) —, 1976: Contribución al conocimiento del género *Voluta* Linné, 1758 (Prosobranchia) en la costa del Caribe de Colombia. — Mitt. 8, 83—104.
- 6) Erffa, A. Frbr. von, 1973: Sedimentation, Transport und Erosion an der Nordküste Kolumbiens zwischen Barranquilla und der Sierra Nevada de Santa Marta. — Mitt. 7, 155—209.
- 7) Erhardt, H., 1977: Beiträge zur Biologie von *Lutjanus synagris* (L., 1758) an der kolumbianischen Atlantikküste. — Diss. Univ. Gießen 1975 (im Druck).
- 8) Geyer, O. F., 1976: Epílogo. — Mitt. 8, 191—192.
- 9) Götting, K. J., 1973: Die Polyplacophora der karibischen Küste Kolumbiens. — Arch. Moll. 103, 243—261.
- 10) —, unveröffentlichte Beobachtungen während eines Aufenthaltes am INVEMAR von Juli bis Oktober 1976.
- 11) Hammer, L., 1972: Temperatur-Toleranz tropischer Meeresalgen und mariner Phanerogamen. — Mitt. 6, 53—64.
- 12) Herrmann, R., 1970: Deutungsversuch der Entstehung der „Brisa“, eines föhnartigen Fallwindes der nordwestlichen Sierra Nevada de Santa Marta, Kolumbien. — Mitt. 4, 83—95.
- 13) Kaufmann, R., 1966: Das Vorkommen der Meeresschildkröten in Kolumbien und ihre Nutzung als Nahrungsquelle. — Natur und Museum 96, 44—49.
- 14) —, 1967: Wachstumsraten in Gefangenschaft gehaltener Meeresschildkröten. — Mitt. 1, 65—72.
- 15) —, 1968: Zur Brutbiologie der Meeresschildkröte *Caretta caretta* L. — Mitt. 2, 45—56.
- 16) —, 1972: Wachstumsraten in Gefangenschaft gehaltener Meeresschildkröten. II. — Mitt. 6, 105—112.
- 17) Kaufmann, R., & K. J. Götting, 1970: Prosobranchia aus dem Litoral der karibischen Küste Kolumbiens. — Helgoländer wiss. Meeresuntersuch. 21, 333—398.
- 18) —, & F. Hevert, 1973: El régimen fluviométrico del Río Magdalena y su importancia para la Ciénaga Grande de Santa Marta. — Mitt. 7, 121—137.
- 19) —, & W. Reichelt, 1967: Langjährige Pegelaufzeichnungen im Río Magdalena (Kolumbien). — Mitt. 1, 39—43.
- 20) Kirsteuer, E., 1973: Occurrence of the interstitial opisthobranch *Unela remanei* Marcus, in the Caribbean Sea. — Mitt. 7, 41—46.
- 21) Kohlmeyer, J., 1976: Marine fungi from South America. — Mitt. 8, 33—39.
- 22) Kunze, Ch., & K. Gnitke, 1973: Die biologische Aktivität von Bakterien und Pilzen in zwei Bodenproben von der Isla de Salamanca (Kolumbien). — Mitt. 7, 11—14.
- 23) Mägdefrau, K., 1970: Das abnorme Dickenwachstum von *Haematoxylon brasiletto* Karsten. — Mitt. 4, 35—44.

- 24) *Marinkelle, C. J., & E. S. Grose, 1972: A review of bats as carriers of organisms which are capable of infecting man or domestic animals. — Mitt. 6, 31—51.*
- 25) *Mertins, G., 1967: Anotaciones sobre un programa para la protección del paisaje en la vertiente noroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta. — Mitt. 1, 19—30.*
- 26) —, 1969: Die Bananenzone von Santa Marta, Nordkolumbien. — Mitt. 3, 77—145.
- 27) *Meyer, D. L., & D. B. Macurda, 1976: Distribution of shallow-water crinoids near Santa Marta, Colombia. — Mitt. 8, 141—156.*
- 28) *Michler, R., & R. Herrmann, 1968: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Wasserspannung im Boden und der Geschwindigkeit des Wassertransportes im Stamm von *Citrus aurantium sinensis* Engler unter Bedingungen eines trockenen Tropenklimas. — Mitt. 2, 19—27.*
- 29) *Müller, H., 1968: Untersuchungen über Wachstum und Altersverteilung einer Population des Grünen Leguans *Iguana iguana iguana* L. (Reptilia: Iguanidae). — Mitt. 2, 57—65.*
- 30) *Schnetter, M.-L., 1969: Observaciones ecológicas en la Isla de Salamanca (Dpto. del Magdalena, Colombia). — Caldasia 10, 299—315.*
- 31) *Schnetter, R., 1966: Meeresalgen aus der Umgebung von Santa Marta / Kolumbien. — Botanica Marina 9, 1—4.*
- 32) —, 1969: Die Vegetation des Cerro San Fernando und des Cerro La Llorona im Trockengebiet bei Santa Marta, Kolumbien. — Ber. dtsh. bot. Ges. 81, 289—302.
- 33) —, 1969: Blattemperatur- und Transpirationmessungen an *Tribulus cistoides* L. in Nord-Kolumbien. — Ber. dtsh. bot. Ges. 82, 283—286.
- 34) —, 1970: Untersuchungen zum Standortklima im Trockengebiet von Santa Marta, Kolumbien. — Mitt. 4, 45—75.
- 35) —, 1971: Untersuchungen zum Wärme- und Wasserhaushalt ausgewählter Pflanzenarten des Trockengebietes von Santa Marta (Kolumbien). — Beitr. Biol. Pflanzen 47, 155—213.
- 36) —, 1976: Marine Algen der karibischen Küsten von Kolumbien. I. Phaeophyceae. Verl. Cramer: Vaduz. 125 S.
- 37) *Steubing, L., R. Herrmann & R. Michler, 1971: Zur Bedeutung von Antitranspirationsmitteln für tropische Kulturpflanzen. — Mitt. 5, 19—29.*
- 38) *Werding, B., & H. Erhardt, 1976: Los corales (Anthozoa e Hidrozoa) de la bahía Chengue en el Parque Nacional „Tairona“ (Colombia). — Mitt. 8, 45—57.*
- 39) *Wiedemann, H. U., 1973: Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: Physical parameters and geological history. — Mitt. 7, 85—119.*
- 40) *Winkler, S., 1969: Systematisch-anatomische Untersuchungen über die marsupialen Lebermoose der Sierra Nevada de Santa Marta in Kolumbien. — Mitt. 3, 59—76.*
- 41) —, 1971: Zur Ökologie von *Monochaetum meridense* und *Monochaetum bonplandii* im Nebelwald der Sierra Nevada de Santa Marta. — Mitt. 5, 37—45.