

# Strandstudien an der westistrischen Adria.

(Ergebnisse der ehemaligen österreichischen Adriaforschung.)

Von Gustav Götzinger.

(Mit 16 Abbildungen auf Tafeln XV—XX.)

Noch in historischer Zeit vollzog sich in der nördlichen Adria bekanntlich eine positive Strandverschiebung, indem die Landoberfläche des westlichen Istriens wahrscheinlich durch eine flache Schrägstellung unter das Meer tauchte. Leme- und Arsakanal sind ertrunkene Täler, nur der schlammreiche Quieto vermochte das Eindringen des Meeres in das breite Tal durch lebhafte Aufschüttung wettzumachen. Mehr noch als flache Meeresbuchten an den Stellen der einstmaligen Geländenulden und Täler bezeugen die südwärts von Parenzo sich häufig einstellenden kuppigen Eilande, die Scoglien, daß hier eine kuppige Landschaft der Karstkalke (überwiegend Kreide, zum geringeren Teile auch Tithon) vom Meere ertränkt wurde, deren höchste Teile als Inselkuppen aufragen.

Daß hier keine jüngere Hebung des Landes stattgefunden haben kann, beweist die gänzliche Abwesenheit höherer Strandablagerungen und Strandformen im Bereiche der kuppigen Formen. Man nimmt nur den in historischer Zeit in Umbildung begriffenen Strand wahr, dessen gegenwärtige Umbildung und Formung auf Grund eigener Beobachtungen wir analysieren wollen.

Als weißer bis weißgrauer Felsstreifen bildet der Strand, der durch die Brandung bloßgelegte Kalkfels, den Trennungssaum zwischen dem Mittelmeerbau der Adria und dem Immergrün der mediterranen Macchienvegetation der Scoglien, bzw. dem Graugrün und Rot des Festlandes der istrischen Platte (Istria rossa). Bei ruhigem Meer und bei Ebbe deutlicher wahrnehmbar, schaltet sich unterhalb des weißen Streifens und über dem Meerblau ein schmäler dunkler, meist brauner Strandstreifen ein, der bei Flut sowie mittlerem und stärkerem Seegang immer vom Meere benetzt ist und vielfach Algenüberzüge trägt.

Der Brandungsstreifen der Küste und der Scoglien weist wohl etwas wechselnde Höhen auf, aber es ist ihm stets eine schärfere obere Grenze gezogen. Die Stärke der Brandung wechselt ja je nach der Lage zu den starken Windwellen. Wo der hohe Seegang vom offenen Meere direkt an die Küste heran treten kann, so vornehmlich südlich der Brionischen Inseln und nahe dem Cap Promontore, der Südspitze der Halbinsel, reicht der Brandungsstreifen viel höher<sup>1</sup> als dort, wo Scoglien dahinter gelegenen Buchten Schutz gegen starken Seegang bieten oder wo Buchtengegen die Hauptrichtungen der Seewinde geschützt sind<sup>2</sup>.

Gegen den Süd- (Scirocco) oder gegen den Südwest- (Libeccio) Wind exponierte Stellen haben einen bis 15 m hohen Brandungsstreifen, andererseits schafft der Boraseegang (von NO) auf der Westseite des Kanals von Fasana nur kurze Wellen, und die Brandungsstreifen auf der Ostseite der

<sup>1</sup> Von solchen Scoglien seien besonders genannt: Bagnole (SW Rovigno), San Giovanni in Pelago (SW Rovigno), Gaza, Granghera (an der Westseite der Brionischen Inseln), Frascher grande (S Pola).

<sup>2</sup> Z. B. Porto di Fontane, Val di Bora, Porto Olmo, Porto Veruda.

Brionischen Inseln sind nur wenige Meter hoch. Im Quarnero allerdings, wo die Borasee sich besonders stark entfaltet, ist die Nordostseite z. B. der Insel Lievela grande stärkerer Brandung ausgesetzt als die übrigen Ufer.

Es hängt selbstverständlich von den Höhenverhältnissen der Scoglien ab, in welchem Ausmaß die Brandung sie beeinflußt. Niedrige Scoglien werden bei höherem Seegang ganz überspült, sie bleiben, von Halophyten abgesessen, von Macchie unbedeckt. Es gibt schließlich an der Felsküste alle möglichen Übergänge zu Klippen und zu untermeerischen Bänken<sup>3</sup>.

An der Küste und an den Scoglien ist es auch ein Hinweis auf die Jugendlichkeit und noch nicht lange Permanenz der Strandlinie, daß die Brandungstätigkeit vielfach erst nur das Gestein von Vegetation bloßgelegt und von Verwitterungs- und Schwemmboden (Terra rossa) befreit und, der meist flachen Neigung der Schichtbänke entsprechend, erst eine Kleintreppung ohne größere Wandbildung erzeugt hat (Taf. XVI a).

Nur an vereinzelten, gegen den Seegang sehr exponierten Stellen oder wo das Gestein aus geologischen und tektonischen Gründen geringeren Widerstand entgegenbringt, vereinigen sich die Schichttreppen zu einer höheren Wand des Brandungskliffs. Es bildet je nach seiner Höhe eine geringere oder stärkere Unterschneidung des zum Meere sonst mäßig zustrebenden Kuppengehänges. Die freien Vorgebirge an der Scirocco- oder Libeccioseite weisen die höchsten Kliffe auf<sup>4</sup>.

Die Form des Kliffs wird infolge der untermindernden Tätigkeit der Brandung vornehmlich durch Abbruch der Gesteinsplatten und Gesteinsbänke bedingt. Die geologische Beschaffenheit, die verschiedene Bankung, das Durchziehen weicherer Gesteinslagen, Klüftung und tektonische Anlage sind Faktoren, welche in den Einzelheiten für die Gestaltung des Kliffs maßgebend sind. Durch Ausbruch von klüftigen Gesteinsplatten oder weicherer Lagen überhaupt können auch Brandungshöhlen entstehen (Brioni-Südostseite, „Kollmannsgrotte“, Promontore).

Mit den hohen Kliffen sind am Strand die breitesten Abrasionsterrassen, Abrasionsplattformen in Konnex, die subaquatisch als hell durchsimmernde Felsterrassen entwickelt sind; deren genaue Ablotung und damit flächenhafte Kartierung wäre manchenorts noch erwünscht.

Außerhalb der Kliffe ermöglichen die vielfach getreppten weißgrauen Strandstreifen lange Wanderungen am istrischen Gestade und rings um die macchienbedeckten Scoglien und damit Beobachtungen über die Werkstatt

<sup>3</sup> Über die Grenzziehung zwischen den Begriffen Insel, Eiland (Scoglio) bestehen verschiedene Auffassungen, je nachdem ob die Größe und Bewohnbarkeit oder mit A. Ginzberger (für die süddalmatinischen Inseln) die Pflanzenvergesellschaftung in den Vordergrund gerückt wird, wonach dieser Autor Scoglien mit noch nicht von der Brandung zerstörten Macchienbeständen noch Inseln nennt, hingegen den Ausdruck Scoglio auf die Eilande beschränken will, auf denen zusammenhängende Macchienbestände infolge Brandungstätigkeit nicht zur Entwicklung gelangen können. — Bei den Bezeichnungen der Inseln und verschiedenen Eilande (Scoglien) folge ich den Seekarten des Gebietes 1 : 40 000.

<sup>4</sup> So bei Cap Compare und Cap Brancorso und die höchsten Kliffe an der West- und Südwestseite der Brionischen Inseln (Eiland Granghera, Spitze Grossa, Cap Rancon).

der Natur, über die Ausbildung und Kleinformung des Strandes, über die verschiedenen Agentien, welche hierbei wirksam sind.

Diese sind als chemische, mechanische und tierische in so buntem Wechselspiele vorhanden, daß das Überwiegen des einen oder des anderen Faktors und die Kombination der Agentien immer wieder neue Formen und eine Formenabwechslung schafft, so daß in den Einzelheiten fast nie ein Strandbild völlig dem anderen, selbst bei sehr ähnlicher Gesteinsentwicklung, gleicht. Dies um so mehr, als diese verschiedenen Agentien auf einem Kalkstrand zur Entfaltung gelangen, der schon durch verschiedene geologische und tektonische Umstände und Besonderheiten eine verschiedenartige Voranlage für die Kleinformung des Strandes mit sich bringt<sup>5</sup>.

So sind Feinunterschiede z. B. in der Löslichkeit gegenüber dem Meerwasser, in der Konsistenz, in der Schichtung und Absonderung, in der Verteilung und Dichte der Klüfte und Haarrisse fast stets vorhanden.

Die Abhebung der Schichtplatten und die Ausweitung der Klüfte bilden vielfach die ersten großen Ansätze für die Formung des Strandes (Scoglio Astorga, Orzera bei Brioni). Bei der meist flachen Lagerung der Schichten und gar bei flacher Neigung seewärts werden die Schichtflächen am Strand leicht bloßgelegt und die hangenden Platten abgehoben, was durch weichere Zwischenmittel und durch vertikale Klüftung begünstigt wird. Auf den Schichtflächen entwickeln sich dann im Gefolge lokaler Auslösung oder mechanischer Aussplitterung flachschüsselförmige Löcher. In diesen hält sich selbst einige Meter über dem Meeresspiegel noch das Wasser des vorangegangenen starken Seeganges, womit eine länger dauernde Korrosion ermöglicht wird (Taf. XV c).

Die Klüfte, und zwar zunächst die Hauptklüfte, werden allmählich ausgeweitet, wie bei den subaerilen Karren der Landmassen. Indem das Wasser beim Seegang in der schmalen Kluft hin und her getrieben wird, erfolgt einerseits Aussplitterung mit lokaler Kolkbildung — die Kolke vereinigen sich dann zu Kluftausweiterungen —, andererseits chemische Ausnagung. Ist Trieb sand, Muschelsand und -grus oder Geröll vorhanden, kommt es zu mechanischer Ausschleifung mit Glättungen des Sohlenkanals und der Kluftwandungen.

Dauern diese Vorgänge länger, entstehen Brandungsgassen in den Hauptklüften, von denen aus entlang der Nebenklüfte die weitere Furchenbildung fortschreitet. Die Schichtbänke sind damit in zahlreiche Pfeiler aufgelöst worden, an deren Wandungen Löcher und Gruben infolge der chemischen Lösung des Brandungswassers wie auch Grübchen und Röhrchen infolge der korrodierenden Tätigkeit von einigen Organismen sich einstellen. So bilden sich Grübchen durch die korrodierende Wirkung der Napfschnecke (*Patella*), längliche Hohlröhrchen durch die bohrende Tätigkeit der Bohrmuschel *Pholas* und der Meerdattel *Lithodomus* (selbst im harten Gestein), und eine charakteristische Zerfressung des Gesteins bewirkt der Bohrschwamm (*Viaa*). Auch die Bohrmuscheln *Petricola* und *Venerupis* erodieren im Gestein.

<sup>5</sup> In guter Übereinstimmung mit einer neueren Arbeit von J. Rubić, der von der dalmatinischen Küste zahlreiche Kleinformen der Meereserosion nach ihrer Entstehung behandelt und zahlreiche bezeichnende Lokalausdrücke für verschiedene Einzelformen bringt.

Wie ich einem freundlichen Hinweis von Herrn Prof. Cori (Prag) verdanke, wird durch die meist lokale Minierarbeit von *Pholas*, *Lithodomus* und *Venerupis* die Festigkeit des Felsens zugunsten des Zerstörungswerkes in keinem hohen Grade herabgesetzt, wogegen der Bohrschwamm (*Vioa*) durch seine Minierarbeit in zahlreichen, nur durch dünne Wände voneinander getrennten Hohlräumen das Gestein geradezu morsch macht. Damit trägt der Bohrschwamm zur Bildung von Hohlkehlen an der oberen Grenze der Gezeitenzone bei.

Alle diese verschiedenen Faktoren sind es dann in der Folge, welche die Reduktion der Pfeiler in kleiner werdende Zacken und Spitzen, die jedoch rauhe Oberflächen aufzeigen, verursachen (Taf. XX b).

Vom Braunstreifen ausgehend, fressen sich diese Agentien aufwärts in den weißen Brandungsstreifen, wo sie allerdings nur bei starker Brandung bei stark bewegter See wirksam werden. Der vom Sturm über den oberen Strand geschleuderte Gischt, Schaum, Spritzwasser und Salzwasserstaub sind in ihren korrodierenden Wirkungen nicht gering zu veranschlagen.

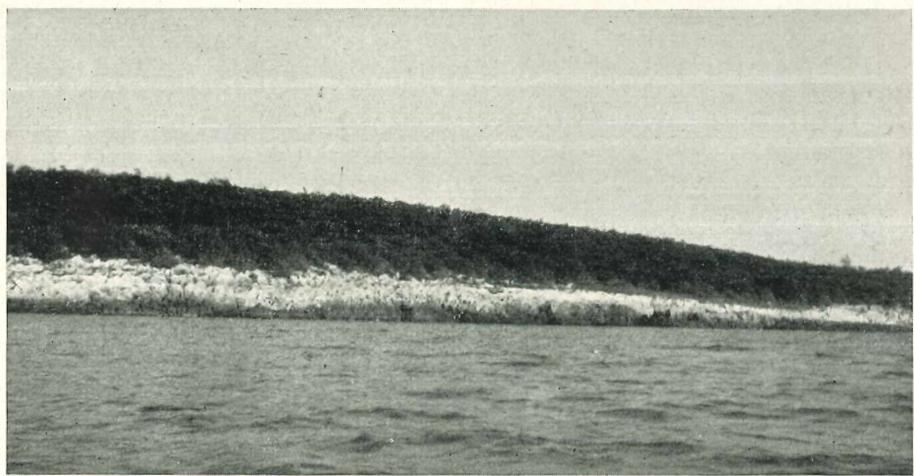
Von den vielen Beispielen der Buntheit der Kleinformung des Strandes, bzw. für das Überwiegen des einen oder des anderen zerstörenden Faktors mögen einige besonders typische herausgegriffen werden, unter Hinweis auf die begleitenden Abbildungen.

Im großen und ganzen sieht man z. B. auf der Insel Brioni maiore (Taf. XV a) die Entblößung des Strandstreifens von Verwitterungsboden und Macchie, und die fast horizontalen Schichtbänke treten in mehreren Felsstufen am weißen Strand deutlich in Erscheinung. Jedoch wird die entlang der Klüftung ansetzende chemische Korrosion für die Zerteilung der Schichtplatten maßgebend. Im Bereich des Braunstreifens, der etwa die Marke des mittleren Seeganges bezeichnet, ist die chemische Korrosion viel länger, fast ständig, und zwar als *Unterspülung*, wirksam, während im Raume des weißen Brandungsstreifens die Korrosion sich nur zeitweilig bei schwerem Seegang und dann als *Überspülung* entfaltet.

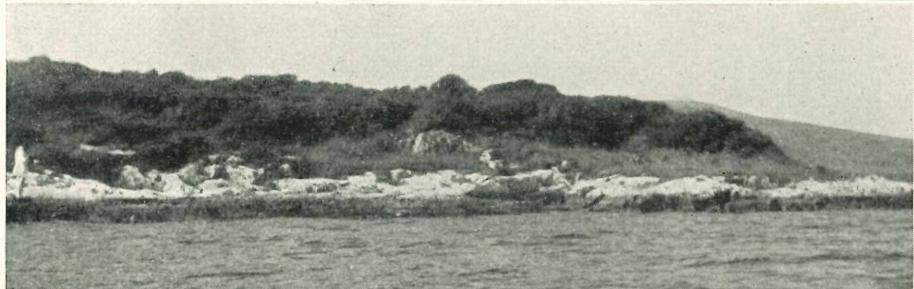
Während der Strandstreifen von Bild a auf Brioni maiore auf der Westseite infolge Exposition gegen hohen Seegang von SW her hoch hinauf reicht, können die kurzen in der Bai von Medolino auf Scoglio Pomer (Taf. XV b) geworfenen Borawellen nur einen wenig hohen Brandungsstreifen erzeugen. Der weiße Hochgangstreifen ist, wie man an dem Vergleich mit der menschlichen Gestalt links erkennt, nur wenig hoch über dem Braunstreifen<sup>6</sup>.

Auf einer gegen den Seegang etwas exponierteren Stelle desselben Scoglio Pomer (Taf. XV c) sind auf den entblößten Schichtflächen des Kreidekalkes infolge Aussplitterung und Korrosion schüsselförmige Löcher gebildet, die noch vielfach das Wasser des vorangegangenen schweren Seeganges bergen. Von hier wird eine weitere Ausfressung und Vergrößerung der Löcher eingeleitet. Von größerem Einfluß ist hier aber die Ausweitung der sich schon verzweigenden Klüfte zu Kanälen und Gassen, deren Wände häufig infolge

<sup>6</sup> Die Vegetation über dem Strand zeigt die bekannten „Vegetationsschliffe“. J. Schiller: in der Richtung des vorherrschenden Windes ist die Vegetation wie „geschoren“; man könnte auch von Vegetationsrippen sprechen, wenn man den Ausdruck „Vegetationsdünen“ vermeiden will.



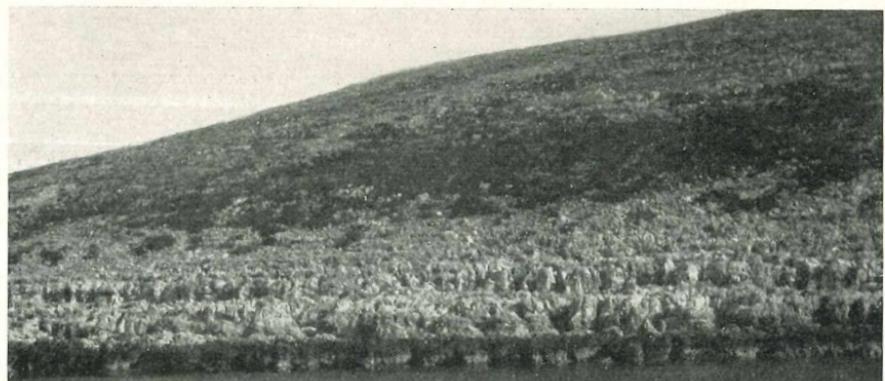
a

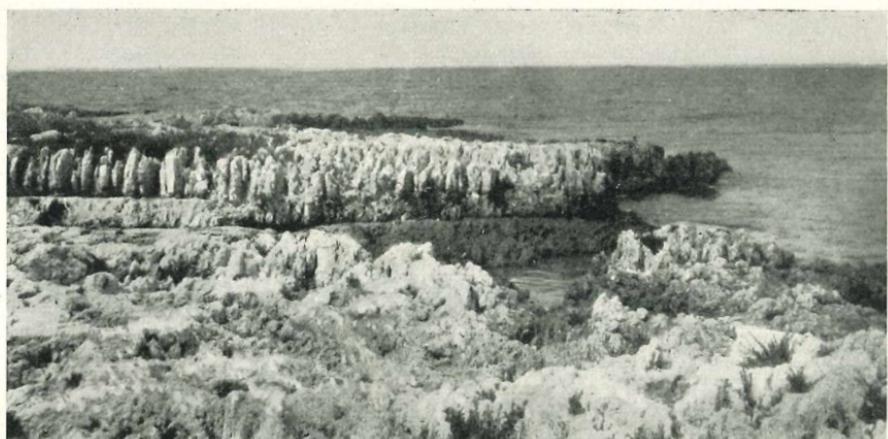


b

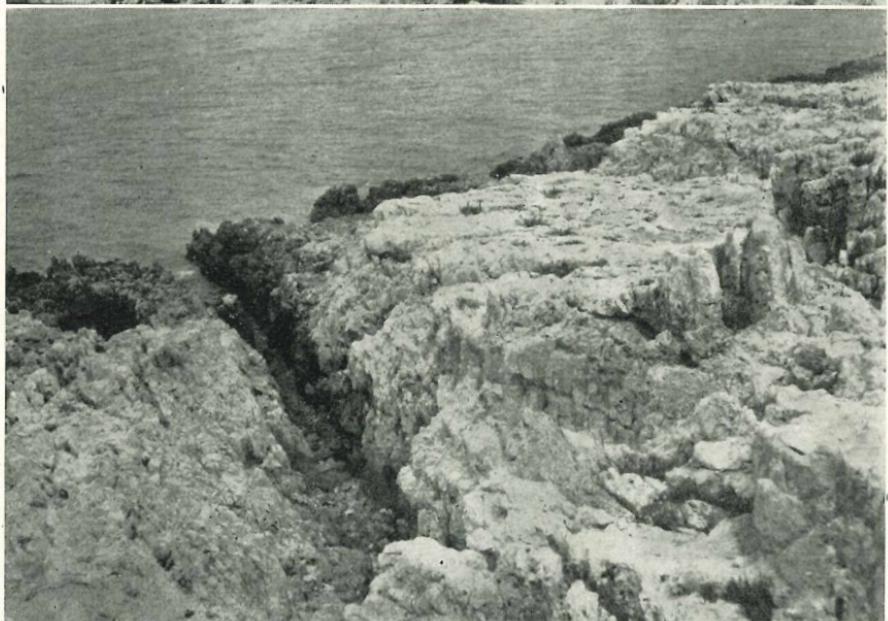


c

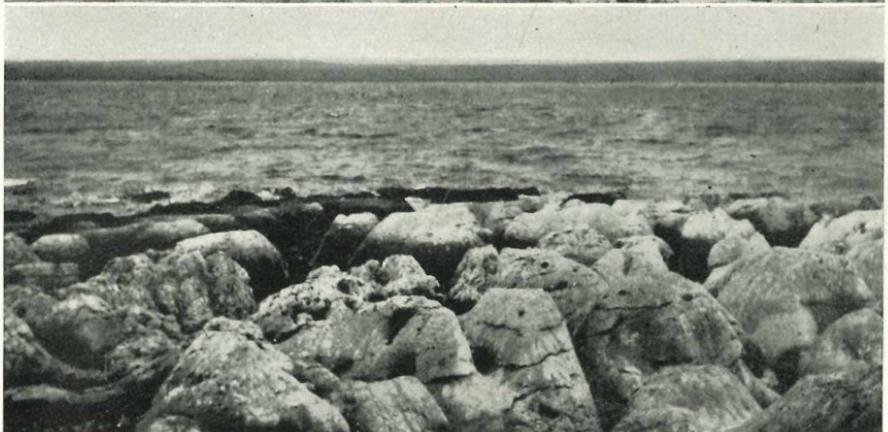




a



b



c



a

b

der ständigen Korrosion der unterspülenden Wassermassen selbst überhängend werden.

Den Gegensatz zwischen dem vielfach zerfressenen, unterhöhlten braunen Kalkstrand und dem weißen überspülten Strand veranschaulicht die B a i von Promontore (Taf. XVI a). Die stufigen, Terrassen vortäuschenden Schichtbänke sind infolge Klüftung randlich gegen das Meer zuweilen in Schichtpfeiler gegliedert. Hier in dieser gegen W exponierten Lage an der Westseite von Istrien reicht der Hochgangstreifen natürlich hoch über den Braun-, bzw. Flutstreifen empor.

An Küsten, welche hochgehendem Seegang ausgesetzt sind oder wo aus lokalen Gründen das Gestein weniger widerständig ist (z. B. bei dolomitischen Kalk oder bei geringerer Konsistenz der Bänke oder bei starker Klüftigkeit), kann sich im Bereiche der Hochgangzone selbst eine breite Brandungsplattform wie auf Scoglio G a z a bei Brioni (Taf. XVI b) entwickeln, indem die Schichtbänke bei fast söhlicher Lagerung in einem breiten, erst durch das Kliff landwärts begrenzten Streifen abgehoben wurden. Die ungleiche Konsistenz des Kalkes, wohl infolge ungleicher Kluftdichte, verrät sich in den zahlreichen Gruben, die vom Wasser des hohen Seeganges noch erfüllt sind. Der dunkle Strandstreifen liegt in einer etwas tieferen Schichtplatte.

Einen ganz ähnlichen morphologischen Typus sehen wir auf Eiland Granghera im W von Brioni (Taf. XVI c), doch mit dem Unterschied gegenüber XVI b, daß die Brandungsplattform zwischen Meer und Kliff schmäler und mit runden, wassererfüllten Löchern besetzt ist, die hier mehr das Ergebnis der Lösung (Korrosion) als das der Aussplitterung (infolge ungleicher Kluftdichte auf Bild b) sind. Nur der höchste Seegang bewirkt die Bildung der Brandungsplattform und die Unterhöhlung des Kliffs. Die bedeutende Transportkraft des hohen Seeganges lehren in der Bildmitte befindliche, durchaus gerundete Plattenblöcke, die aus dem Bereiche des benetzten Strandes so hoch hinaufgeschoben worden sind und wohl schon in etwas tieferer Lage mechanische Abscheuerung erfahren haben<sup>7</sup>.

Den Einfluß der tektonischen Anlage und Vorbereitung auf die Kleinformung des Strandes veranschaulicht Taf. XVII mit verschiedenen Entwicklungsformen. Auf Scoglio Santa Brigida bei Parenzo führt noch mehr, als es Taf. XVI a zeigt, die dichte Klüftung senkrecht zu den ganz flach seewärts fallenden Schichtbänken infolge Überspülung durch die Brandung zu einer Feinauflösung in Türmchen und Zacken (Kluftkarren und Karrenrisse), während auf den Schichtflächen (vorne) grubig-löcherige Ausnagung Platz gegriffen hat (Taf. XVII a).

Im gleichfalls stark rissig-klüftigen Kalk am Strand von Scoglio Conversada im N von Rovigno (Taf. XVII b) werden zunächst die Hauptklüfte durch die Brandung ausgeweitet. Dies geschieht durch Aussplitterung von mehreren Kolken entlang der Hauptklüft zusammen mit Unterspülung wohl hauptsächlich durch die chemische Korrosion. Indem die Kolke sich dann vergrößern, vereinigen sie sich zu einer Kolkschnur und schließlich ist die Kluft zu einer Brandungsgasse erweitert.

<sup>7</sup> Große gerundete, auf den Strand bei schwerem Seegang bis 10 m hoch hinauf geworfene Blöcke sah ich auf Scoglio Orzera bei Brioni und Scoglio Lievela grande (Quarnero).

Die starke Entwicklung von Brandungsgassen infolge Kluftweiterung beobachten wir auf der Insel Brionigrande (Taf. XVII c). Auch die seitlichen Klüfte haben bereits der lösenden Wirkung des Wassers Angriffspunkte gegeben und aus der flach seewärts fallenden Schichtplatte ist infolgedessen ein Gewirr von Pfeilern geworden, die schon Ansätze zu vertikalen Kannelierungen infolge des überspülenden Wassers aufweisen.

So ergeben sich einige Ähnlichkeiten mit subaerilen Karren des Landes, die dort ausschließlich eine Wirkung des Regenwassers bilden. Der Strand hier ist infolge seiner Lage an der Westseite des Kanals von Fasana nur den Borawellen ausgesetzt, die stets kürzer und niedriger als die Scirocco- oder Libecciowellen sind. Wenn die Karren hier schon reichlich ausgebildet sind, so mag dies in Anbetracht der sonstigen geschützten Lage in der leichteren Lösbarkeit dieser Kalke begründet sein.

Die Wände der Brandungsgassen sind nun infolge der chemischen Korrasion des Spritzwassers der Brandungszone von zahlreichen rundlichen und wabenförmigen Löchern bedeckt. Sie gruppieren sich in der Hochgangzone meist lagenförmig in bestimmten Gesteinshorizonten der Bänke, dadurch chemisch leichter lösliche Partien verratend, wie wir auf Astorga (Taf. XVIII a) sahen. Reihen sich die Löcher dicht nebeneinander, kommt es geradezu zu einer löcherigen Zerfressung, wie ich auf Scoglio Bagnole bei Rovigno beobachtete.

Im Braun- und Flutstreifen aber sind die Strandklippen von zahlreichen, mehr flächenhaft verteilten wabenförmigen Löchern besetzt, wie auf Scoglio Rovera bei Orsera zu beobachten ist (Taf. XVIII b). Der Kalk sieht wie angeätzt aus; das ist hauptsächlich wohl die Wirkung der unmittelbaren chemischen Korrasion. Sieht man näher zu, so erkennt man zahlreiche Löcher von den Napfschnecken (*Patella*) besiedelt. Diese überdauern hier den Ebbe-tiefstand des Wassers und korrodieren mittels ihres Sekretes gleichfalls ganz allmählich den Kalk. Auf dem Bilde ist deutlich zu beobachten, daß die Skulptur der tieferen Partien der Strandklippen in der kleinlöcherigen Zerfressung besteht, während die höheren Lagen im Bereiche der Hochgangzone nur mehr überwiegend Kluftkarren haben.

Die gleiche Verschiedenheit in der Kleinskulptur der Klippenwände veranschaulicht ein Bild von Cap Croce vor dem Eingang zum Lemekanal (Taf. XIX a). So weit die Brandung stetig arbeitet und bis zur Braun- und Flutgrenze die tierische Korrasion ermöglicht ist, sind die Felsen von löcherigen Karren überzogen (in der untersten Schichtbank); in der Hochgangzone werden bloß die Klüfte und Feinrisse durch das Überspülungswasser bei höherer Brandungstätigkeit korrodiert; es bereiten sich hier Kluftkarren vor, ganz ähnlich den subaerilen Karren, und es ist wahrscheinlich, daß auf solchen hohen Strandklippen, die nur ausnahmsweise bei schwerer See überspült werden, die subaerile Korrasion des zeitweise fallenden Regens an der Kluftkarrenbildung mitbeteiligt ist.

An der Feinlöcherung namentlich in und unterhalb der Mittelwasserlinie sind von den tierischen Kräften auch Bohrmuscheln wirksam. Diese schaffen kleine, aber tiefer gehende Löcher. Ein solcherart von Pholaden bearbeiteter Riesenblock wurde auf Scoglio Tondogrande in der weiteren Umgebung von Orsera losgerissen und durch die Wucht der Meeresbrandung in den Bereich der hohen Strandkarren hinaufgeschoben (der Hammer diene als Maßstab für die Größe des Blockes).

Es erübrigt noch, Beispiele für die rein mechanisch wirkende Tätigkeit der Brandung zu bringen, wo Sand, Geschiebe und Geröll am Strand hin und her geschoben wird. Dann entstehen Formen der mechanischen Abschleifung und Glättung der Wandungen der karrigen Oberfläche<sup>a</sup>, während der Boden der Brandungsgasse glattgescheuert wird wie bei den Strudellochern fließenden Wassers.

In der Mehrheit der Fälle, wo überhaupt die mechanisch wirkenden Agentien zur Entfaltung kommen, gibt es Kombinationen von chemisch wirkamer Korrosion und mechanisch wirksamer Korrasion.

So sind auf Scoglio Polari (Taf. XX a) die Kluft- und Löcherkarren, welche die Pfeiler des Strandstreifens modelliert haben, sicher vorwiegend chemischer Korrosion zuzuschreiben. In den Brandungsgassen aber, die zwischen den Pfeilern eingesenkt sind, wird nun, wie ich beobachtete, Muschel-sand und Geschiebe beim Seegang hin und her gedriftet, wobei die Gassen mechanisch ausgeschliffen werden.

Der hochgehende Seegang ist auch in dieser Hinsicht am meisten wirksam tätig, indem er Sand, Geschiebe und Geröll in Bewegung hält und am Strand auswirft. Dort, wo regelmäßige Geschiebedriftbahnen am Werke sind, können außer der Ausweitung und Ausschleifung von Brandungsgassen auch stellenweise Klippen ganz niedergeschliffen werden. So liegen auf Scoglio Santa Brigida neben einem Haufen von Strandgeröll glattgeschliffene Felsflächen (Taf. XX b). Diese verursachen geradezu eine Lücke zwischen den zu plumpen Pfeilern durch Brandungsgassen aufgelösten Kluftkarren des weißen Brandungstreifens und den Zacken und Spitzen des mehr chemisch korrodierten Strandes unterhalb der Braun- und Flutzone.

Wo lokal viel Geschiebedrift vorhanden ist und örtliche Kolkbildung entsteht, können ganz glatt gescheuerte Strudellocher nach Art der fluviatilen oder glaziofluviatilen Riesentöpfe eingedrechselt werden, wie ich solche in prächtiger Ausbildung auf Scoglio Felonega (Taf. XX c) und auf Scoglio Astorga beobachtete.

Schon aus den vorstehenden Ausführungen und Bilderbeispielen mag die große Buntheit und Formenvielgestaltigkeit des Kalkstrandes an der Adria ersehen werden.

Im allgemeinen ist festzustellen, daß die durch das Wasser selbst erzeugten, durch chemische Korrosion und durch mechanische Korrasion gebildeten Formen, also die hydatogenen Formen, quantitativ weitaus überwiegen über die Erscheinungen der reinen Korrosion durch Organismen. Die hydatogenen Formen schaffen in der Hauptsache die Rohform, deren feinere Formung dann häufig, aber nicht immer, die organogene Korrosion übernimmt. Die Wirkungen der rein mechanischen Erosion infolge der schleifenden Tätigkeit von Sand- und Geschiebedrift sind räumlich beschränkt; sie treten jedenfalls quantitativ gegenüber den chemischen Korrosionsformen in den Hintergrund.

Es ist äußerst anregend, oft stundenlang nur dem Spiel und Kampf des Meeres gegen den Kalkfels zuzusehen, um in den großen und kleinen Zügen eine Analyse der Formung des Strandes zu versuchen. In stets dankbarer Erinnerung bleiben mir die lehrreichen Küsten- und Scoglienwanderungen bei

<sup>a</sup> So auf Scoglio Astorga, Scoglio Felonega bei Cap Promontore, Scoglio Lievela grande (Quarnero).

Gelegenheit meiner ozeanographischen Untersuchungen in der nördlichen Adria vor dem Weltkrieg. War doch der Leiter der biologischen Forschungsfahrten, der Direktor der Zoologischen Station in Triest, Prof. Carl Cori, meinen Wünschen, mit der kleinen „Argo“ und später mit der größeren „Adria“ auch morphologisch-geologische Studien machen zu können, dankenswerterweise stets entgegengekommen. Nur eine Teilfrucht dieser Beobachtungen ist in der vorliegenden Studie vorgelegt worden. Eine Nachlese bot sich mir noch auf einer Studienfahrt 1935 mit einem kurzen Aufenthalt an dem deutsch-italienischen Institut für Meeresbiologie in Rovigno d'Istria (Istituto italo-germanico di biologia marina), dessen Direktoren, die Professoren Steuer und Sella, einige weitere ergänzende Scoglienbesuche durch dankenswerte Beistellung des Forschungsschiffes „San Marco“ mir ermöglichten.

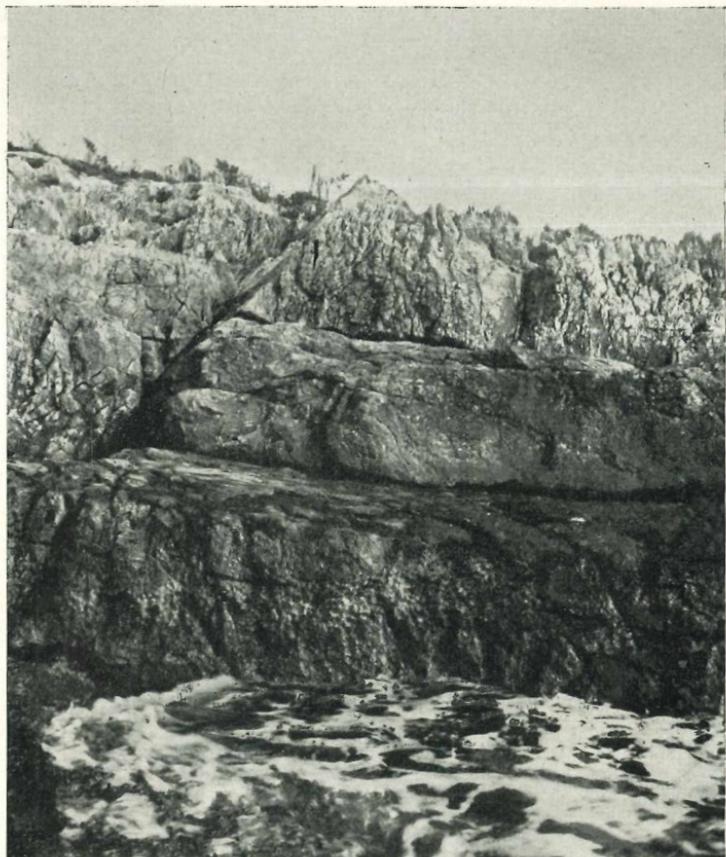
#### Schriftumshinweise:

- Carta geologica delle tre Venezie, 1 : 100 000, Blatt Pisino (von C. Ambrosi, 1924—1928) und Blatt Pola (von T. Lipparrini, 1934). Padova.
- Cori, C. I., Der Naturfreund am Strand der Adria. Werner Klinkhardt, Leipzig 1910.
- Ginzberger, A., Der Einfluß des Meerwassers auf die Gliederung der süddalmatinischen Küstenvegetation. Österreichische botanische Zeitschrift 1925.
- Beiträge zur Naturgeschichte der Scoglien und kleineren Inseln Süddalmatiens. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften Wien, 1915, 92.
- Götzinger, G., Die Kleinformen der Meereserosion an unseren adriatischen Eilanden. Urania, 1911, 4, Nr. 32 und 33.
- Morphologische Bilder von der nördlichen Adria und von Istrien. Stilles Geologische Charakterbilder, 5, 1911.
- Bericht über die im Jahre 1909 ausgeführten ozeanographischen Untersuchungen entlang der Westküste Istriens und über die ozeanographische Ausrüstung des Forschungsschiffes „Adria“. Jahresbericht des Vereins zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria, 1909.
- Krebs, N., Die Halbinsel Istrien. Pencks Geographische Abhandlungen, 9/2, 1907. (In dieser grundlegenden Arbeit ist auch das einschlägige Schrifttum kritisch verarbeitet.)
- Morphogenetische Skizzen aus Istrien. 34. Jahresbericht der deutschen Oberschule Triest, 1904.
- Rubić, J., Mali oblici na obalnom relijefu istočnog Jadrana (mit deutscher Zusammenfassung: Die Kleinformen am Relief der östlichen Adriaküste). Geogr. Vestnik, 1936—1937, 12—13. Laibach.
- Schiller, J., Über die „Vegetationsschliffe“ an den österreichischen Küsten. Österreichische botanische Zeitschrift, 1907.
- Steuer, A., Biologisches Skizzenbuch für die Adria. Teubner, Leipzig 1910.

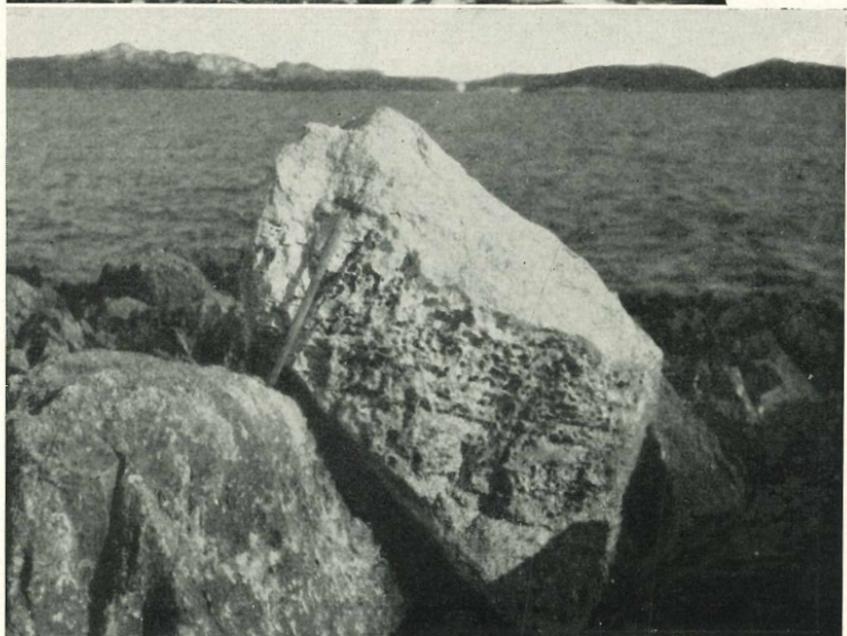
#### Beschreibung der Abbildungen.

##### Tafel XV:

- a Brandungsstreifen unterhalb des Macchienbestandes, Westseite von Brioni maiore.
- b Abrasionswirkungen, Bildung des braunen und weißen Brandungsstreifens, Vegetationshöcker und „Vegetationsschliffe“ infolge Borawirkung auf Eiland Pomer bei Promontore.



a



b



a



b



c

- c Abradierte Schichtflächen mit schüsselförmigen Löchern, Kluftgasse mit Unter-  
spülungswänden, Eiland P o m e r bei Promontore.

Aufnahmen Gustav Götzinger.

Tafel XVI:

- a Weißer, darunter brauner Brandungsstreifen in der Bai P r o m o n t o r e an der Westküste Istriens. Im Brandungsbereich Bloßlegung von Vegetation, Treppung, den Schichtbänken entsprechend.
- b Starke Abrasion mit Brandungsplattform auf löcherig zerfressener Schichtplatte, Kliff; rechts die dunkle Schichtplatte bei Flut benetzt. Blick vom Scoglio G a z a bei Brioni auf Kanal von Fasana.
- c Wirkung der Abrasion und Kliffbildung auf der Boraseite des Scoglio G r a n g h e r a (West Brioni). Bloßlegung einer Schichtplatte mit korrodierten schüsselförmigen Löchern. Große gerundete, vom schweren Seegang hinaufgeschobene Strandblöcke.

Aufnahmen Gustav Götzinger.

Tafel XVII:

- a Kluftkarren, Karrenrisse und Gruben im Brandungsstreifen auf Scoglio S a n t a B r i g i d a bei Parenzo.
- b Ausweitung einer Kluftgasse mit Kolkreihe auf Scoglio C o n v e r s a d a (Nord Rovigno).
- c Küstenkarren, Brandungsgassen und Pfeilerbildung; links der dunkle bei Flut und Seegang benetzte Klippenstrand auf B r i o n i m a i o r e, Borawellen im Kanal von Fasana.

Aufnahmen Gustav Götzinger.

Tafel XVIII:

- a Kleinlöcherung auf korrodiertter Kluftwand, Eiland A s t o r g a.

Aufnahme Carl Cori.

- b Korrodiert Kalk und Löcher, z. T. infolge Wirkung der Napfschnecke (*Patella*); auf Südwestseite des Scoglio R o v e r a bei Orsera.

Aufnahme Gustav Götzinger.

Tafel XIX:

- a Gegensatz zwischen Kluftkarren und Karrenrisse (auf der obersten Schichtbank) und den Löcherkarren (z. T. durch tierische Korrosion) in der ständigen Brandungszone (auf der untersten Schichtbank). Hohe Brandungszone auf Cap C r o c e (vor Lemekanal-Eingang).
- b Großer, von Pholaden durchlöcherter, vom schweren Seegang hinaufgeschobener Strandblock (Hammer als Maßstab) auf Scoglio T o n d o g r a n d e mit Blick gegen das Festland bei Orsera.

Aufnahmen Gustav Götzinger.

Tafel XX:

- a Löcherkarren auf Klippenpfeilern, in den Kluftgassen Muschelsanddrift; Scoglio P o l a r i.
- b Brandungsgassen, Klippenpfeiler; in der Flutzone Zackenreste. Abschleifung am Strand durch Geschiebe- und Sanddrift. Eiland S a n t a B r i g i d a bei Parenzo. (Rechts das ehemalige österreichische Forschungsschiff „Adria“.)
- c Infolge Brandung und Geschiebedrift blank ausgedrechselter Riesentopf mit glattgeschliffenen Wandungen auf Scoglio F e l o n e g a (Quarnero).

Aufnahmen Gustav Götzinger.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1942

Band/Volume: [85](#)

Autor(en)/Author(s): Götzinger Gustav

Artikel/Article: [Strandstudien an der westistrischen Adria. 197-205](#)