

Bau und Instandsetzung kommunaler Hafen- und Uferanlagen der Insel Helgoland seit 1952

Von JOHANNES SCHINDLER und HUBERT LINDEMANN

Zusammenfassung

Die heute ca. 1800 Einwohner zählende und stark vom Fremdenverkehr geprägte Gemeinde Helgoland ist im Besitz umfangreicher wasserbaulicher Anlagen in den Uferbereichen der Hauptinsel und Düne. Hierzu gehören vornehmlich Hafenanlagen, Uferschutzwände, Wege, Molen und Buhnen. Mit dem im Jahre 1952 begonnenen Wiederaufbau galt es, diese Anlagen als wesentlichen Teil der Helgoländer Infrastruktur neu zu erstellen oder zu sanieren.

Bau, Betrieb und Unterhaltung dieser Anlagen übersteigen jedoch weit das übliche Maß an technischen Aufgaben für eine Gemeinde von der Größenordnung Helgolands. Entsprechende Baumaßnahmen sind wegen der exponierten Lage der Insel in der Deutschen Bucht sehr kostenaufwendig und schwierig, so daß der Gemeinde staatlicherseits durch Fachverwaltungen und Finanzierungsprogramme umfangreiche Hilfe zuteil wird.

Planung und technische Ausführung dieser Baumaßnahmen werden beschrieben. Dabei werden die Zweckbestimmungen der baulichen Anlagen betrachtet, küstenbedingte Belastungen und damit verbundene konstruktive Probleme aufgezeigt sowie ihre Wechselwirkungen mit den morphologischen und sedimentologischen Entwicklungen der Insel und ihres Umfeldes dargestellt.

Summary

Today the community of Heligoland, mainly keyed to tourism, has 1800 inhabitants. Heligoland includes extensive hydraulic construction, such as port facilities, shore protecting structures, piers, and groynes. When rebuilding Heligoland in 1952 these installations had to be reconstructed or repaired as they were an important part of the island's infrastructure. However, the small community of Heligoland's normal technical capacity can not cope alone with the extensive construction, management costs involved. Building projects are extremely expensive and difficult because of the extraordinary location of the island. For these reasons the Heligoland community obtains subsidies and financial support from the administrative authorities of the Federal Republic of Germany and Schleswig-Holstein.

The planning and technical construction of these installations are described, their intended use is considered, and the construction problems related to the morphological and sedimentary evolution of the island are given.

Inhalt

1. Allgemeines	206
1.1 Die Entwicklung der Gemeinde Helgoland	206
1.2 Die Bedeutung der kommunalen Hafen- und Uferanlagen für die Infrastruktur der Gemeinde	207
1.3 Verwaltungsmäßige und rechtliche Grundlagen	211
2. Die Durchführung baulicher Maßnahmen	213
2.1 Grundbautechnische Hinweise	213
2.2 Nordost-Bohlwerk	213
2.3 Nordost-Hafen	215
2.4 Promenaden-Bohlwerk	219
2.5 Landungsbrücke	220

2.6 Klippenrandweg	224
2.7 Sicherung der „Langen Anna“	225
2.8 Dünenhafen	228
2.9 Strandsicherungsmaßnahmen auf der Düne	231
3. Schlußbetrachtung	235
4. Schriftenverzeichnis	235

1. Allgemeines

1.1 Die Entwicklung der Gemeinde Helgoland

Die Bedeutung der Helgoländer Hafen- und Uferanlagen für das Gemeinwesen der Insel ist ohne einen kurzen geschichtlichen Rückblick nicht zu verstehen. Daher seien einleitend hierzu einige Anmerkungen gemacht.

Die heute 1800 Einwohner zählende Gemeinde Helgoland nimmt unter den deutschen Gemeinden in mehrfacher Weise eine Sonderrolle ein. Sie blickt auf eine sehr wechselvolle Geschichte zurück. Die ersten Siedlungsspuren finden sich in der Bronzezeit. Durch Aufblühen des Handelsverkehrs in der Deutschen Bucht erlangte Helgoland schon frühzeitig eine erhebliche Bedeutung für die Schifffahrt. Man erkannte, daß sich von Helgoland aus der Seehandel schützen, aber auch unterbinden ließ. Dieser Umstand führte immer wieder zu Veränderungen in der staatlichen Zuordnung der Insel. Zuerst erkannten wohl die Dänen diese Möglichkeit und brachten die Insel in ihren Besitz. Am Ende des 14. Jahrhunderts bemächtigte sich Claus Störtebeker mit seinen „Likedeelern“ der Insel. Sie wurden 1401 vernichtend geschlagen. Die Hansestädte Hamburg und Bremen, die Herzöge des Hauses Schleswig-Gottorp und der König von Dänemark herrschten abwechselnd bis 1807 über die Insel. Die Engländer benutzten sie 1807 als Stapelplatz für Schmuggelware, mit der sie die Kontinentalperre Napoleons zu brechen versuchten. In Erkenntnis der strategischen Bedeutung gab England die Insel auch nach dem Sieg über Frankreich nicht wieder an Dänemark zurück, sondern besiegelte 1824 im Kieler Vertrag den rechtmäßigen Anschluß an England. Im Jahre 1890 tauschte sie das Deutsche Reich gegen Rechte auf Sansibar und in Deutsch-Ostafrika ein, wobei Helgoland der preußischen Provinz Schleswig-Holstein als Landgemeinde zugeordnet wurde.

Heute gehört Helgoland als amtsfreie Gemeinde zum Landkreis Pinneberg. In den früheren Jahrhunderten war das wirtschaftliche Leben der Insel überwiegend auf Handel und Fischerei ausgerichtet. Doch bereits im 19. Jahrhundert entwickelte sich der Fremdenverkehr. 1826 gründete Jacob Andresen Siemens das Seebad Helgoland. Einer der prominentesten Gäste seinerzeit war Heinrich Hoffmann von Fallersleben, der hier 1841 das „Lied der Deutschen“ dichtete.

Die beiden Weltkriege brachten den Fremdenverkehr jeweils völlig zum Erliegen und führten in den Jahren 1914–1918 sowie 1945–1952 zu einer vollständigen Evakuierung der Inselbevölkerung. Im August 1946 wurde Helgoland aus dem Kreis Pinneberg herausgelöst und der britischen Luftwaffe unterstellt. Durch Bombenangriffe der britischen Luftwaffe und durch die große Sprengung am 18. 4. 1947, mit der durch die Zündung von 6700 t Sprengstoff die ganze Insel vernichtet werden sollte, wurden bis auf den Flakturm sämtliche Gebäude zerstört. Damit schien auch zugleich die Geschichte Helgolands zu Ende zu sein. Überraschenderweise hielt jedoch der Helgoländer Felsen der Sprengung weitgehend stand. Lediglich 2 % der gesamten Felsenmasse wurde in die See geschleudert und ging somit der Insel

verloren, wodurch allerdings das Oberland um 7 ha (= 17 % der Fläche vor 1945) reduziert wurde.

Am 1. März 1952 wurde Helgoland nach hartnäckigen und ausdauernden Bemühungen von einzelnen Persönlichkeiten, Verbänden und Behörden der Bundesrepublik Deutschland zurückgegeben. Der Wiederaufbau und die Neubesiedlung begann. Damit nahm auch der Fremdenverkehr als der heute alles bestimmende Wirtschaftszweig Helgolands seinen Neuanfang. Der erste Gast wurde am 13. 7. 1952 begrüßt. Die steile Entwicklung des Fremdenverkehrs wird durch nachfolgende Zahlen verdeutlicht.

Tabelle 1. Entwicklung der Gästezahlen seit 1953

	Tagesgäste	Übernachtungszahlen	Tagesgäste per Schiff	Tagesgäste per Flugzeug
1953	39 100	11 523	—	—
1963	490 391	290 350	—	—
1973	822 276	415 428	808 103	14 173
1983	496 467	296 000	481 279	15 188
1988	478 700	263 000	464 341	14 359

Nach einem deutlichen Höhepunkt in der ersten Hälfte der 70er Jahre ist ein Rückgang sowohl bei den Tages- als auch Übernachtungsgästen nicht zu verkennen. Hierfür gibt es ein breitgefächertes Bündel von Ursachen, das aber nicht Gegenstand weiterer Betrachtung sein soll. Jedoch sei hierzu angemerkt, daß fast alle Bauwerke aus der Zeit der Aufbauphase stammen und somit einen ähnlichen Alterungszustand aufweisen.

Ein hoher Grundinstandsetzungs- und Modernisierungsbedarf ist daher gegeben, der auch für einige Küstenbauwerke zutrifft. In erster Linie ist hier die Landungsbrücke zu nennen, über die nahezu 100 % aller Gäste die Insel betreten und verlassen. Denn nicht nur die per Schiff kommenden Gäste benutzen sie, sondern auch die Flugreisenden müssen bei Ankunft und Abreise den Weg zwischen Hauptinsel und Düne mit der Dünenfähre zurücklegen. Insoweit kommt vor allem dem Neubau der Landungsbrücke eine ganz wesentliche Bedeutung zu.

1.2 Die Bedeutung der kommunalen Hafen- und Uferanlagen für die Infrastruktur der Gemeinde

Die Ausgestaltung der Helgoländer Infrastruktur wird im wesentlichen bestimmt von zwei Randbedingungen:

- a) Lage der Insel in hoher See
- b) Fremdenverkehr als stark dominierender Wirtschaftszweig

Dieser Umstand führt dazu, daß durch bauliche Maßnahmen folgende Funktionen sichergestellt sein müssen:

- a) Zugänglichkeit der Insel für Menschen und Waren über den Seeweg
- b) Vorhaltung von Fremdenverkehrs- und Versorgungseinrichtungen im unmittelbaren Küstenbereich und deren Schutz vor den Einwirkungen des Meeres
- c) Sicherung des Badebetriebes durch Erhalt und Verbesserung der Strände

Die Zugänglichkeit Helgolands auf dem Seewege ist zweifelsfrei Ausgangspunkt und Grundlage der wirtschaftlichen Lebensfähigkeit der Gemeinde und ihrer Einwohner. Während sich bis in das 19. Jahrhundert hinein die Schifffahrt von und nach Helgoland im wesentlichen auf den Handel und seine Sicherung konzentrierte, war es mit dem Aufkommen des Kurbetriebes im 19. Jahrhundert erforderlich, die Zugänglichkeit der Insel auf dem Seewege auch für Gäste sicherzustellen, die trotz der damaligen staatlichen Zugehörigkeit zu England überwiegend aus Deutschland kamen.

Dies konnte aber letztlich noch im Rahmen der seinerzeit vorhandenen Anlagen abgewickelt werden, wobei damals wie heute das übliche Ausbooten praktiziert wurde, d. h., daß der Gast mit kleinen Börtebooten von und zu den auf Reede liegenden Schiffen gebracht wurde.

Neben der bisherigen Bedeutung für Schifffahrt, Fischerei und den Fremdenverkehr führte die militärstrategische Lage Helgolands mit der Übernahme durch das Deutsche Reich zum Ausbau der Insel als Kriegshafen, deren Endzustand die 1938 entworfene „Krebscherenlösung“ sein sollte, und die in der baulichen Verwirklichung bis 1942 für Teilbereiche umgesetzt werden konnte. Als 1952 die Insel total zerstört und ohne Bevölkerung wieder in die Verfügungsgewalt der Bundesrepublik Deutschland gelangte, galt es, vordringlich ihre Zugänglichkeit auf dem Schifffahrtswege wieder sicherzustellen, die letztlich die Voraussetzung für sämtliche Wiederaufbauarbeiten war.

Während Vorhafen, Südhafen und Binnenhafen sowie die Küstenbefestigung an der Westseite Helgolands von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes übernommen wurden, wurde die Gemeinde Helgoland an der Ostseite der Hauptinsel und auf der Düne tätig. Sie führte hier an den entsprechenden Schifffahrts- und Uferanlagen die notwendigen baulichen Maßnahmen durch. Erstaunlicherweise hatte ein Teil der Hafen- und Uferanlagen die zahlreichen Bombardements der britischen Luftwaffe und den großen Sprengungsversuch vom 18.4. 1947 in ihrer Grundsubstanz einigermaßen überstanden. Aber nicht nur die

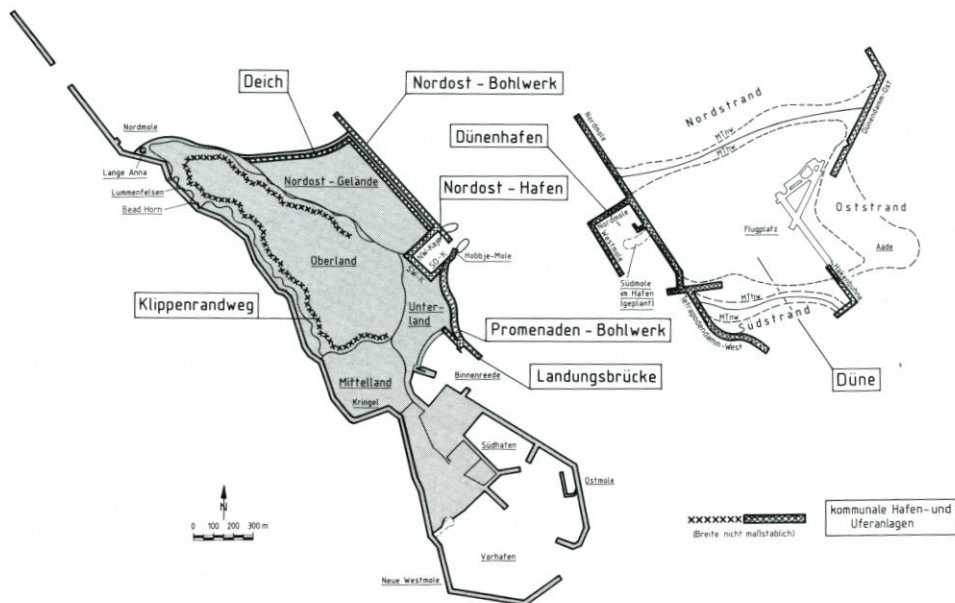


Abb. 1: Hafen- und Uferanlagen der Gemeinde Helgoland

Bombenabwürfe, sondern auch die rund 10 Jahre währende Aussetzung der Unterhaltungsarbeiten bei gleichzeitiger Einwirkung des Meeres hatten schwere Schäden hinterlassen.

Die heute in der Trägerschaft der Gemeinde befindlichen Küsten- und Uferanlagen sind in Abb. 1 dargestellt.

Mit dem geplanten Großkriegshafen des II. Weltkrieges wäre eine ganz erhebliche Erweiterung der Fläche Helgolands verbunden gewesen. Wenn auch diese Planung insgesamt nicht verwirklicht wurde, so ist doch nicht zu verkennen, daß durch die bis 1942 durchgeführten Teilmaßnahmen sowohl die Düne als auch das Unterland auf der Hauptinsel ganz erheblich erweitert worden sind. Die Fragmente des Vorhabens „Krebsschere“, die heute in die insularen Funktionen eingebunden sind, sind in Abb. 2 dargestellt.

Die für die heutige gemeindliche Infrastruktur bedeutsamste Hinterlassenschaft der ehemaligen Kriegshafenplanungen dürfte der Flächenzuwachs von Düne und Nordost-Gelände sein.

Tabelle 2. Flächenzuwachs Helgolands im Zuge der „Krebsscherenlösung“

	1938 Fläche in ha über MSpTnw	1952 Fläche in ha über MSpTnw
Nordost- Gelände	0	21
Düne	40	76

Nordost-Gelände:

Auf dem Nordost-Gelände befinden sich heute folgende Einrichtungen:

- Meerwasser-Entsalzungsanlage
- Heizkraftwerk
- Kuranlagen (Kurmittelhaus, Tennis- und Minigolfplatz, Schwimmbad)
- Sportplatz
- Jugendherberge
- Studentenwohnheim
- gewerbliche Lagerfläche
- Trinkwasserreserve durch eine natürlich ausgebildete Süßwasserlinse

Damit beherbergt das Nordost-Gelände ganz wesentliche Einrichtungen für die Versorgungsbetriebe, den Fremdenverkehr und die sonstige gewerbliche Wirtschaft. Ohne derartige Einrichtungen wäre eine moderne Seebädergemeinde, zumal bei der vorgegebenen Insellage, schlichtweg nicht denkbar. Seeseitig ist diese Fläche zum Schutz vor Hochwasser durch einen Deich mit einer Kronenhöhe von NN + 6,00 m eingefaßt. Diesem Deich ist auf der Ostseite wiederum ein 800 m langes Sicherungswerk, das sogenannte Nordost-Bohlwerk, vorgelagert.

Düne:

Ebenso wie das Nordost-Gelände ist auch die Düne frei von Wohnbebauung und dient der Helgoländer Infrastruktur durch folgende Anlagen und Einrichtungen:

- Badestrände
- Zeltplatz und Bungalowanlage sowie Versorgungsbetriebe für Gäste

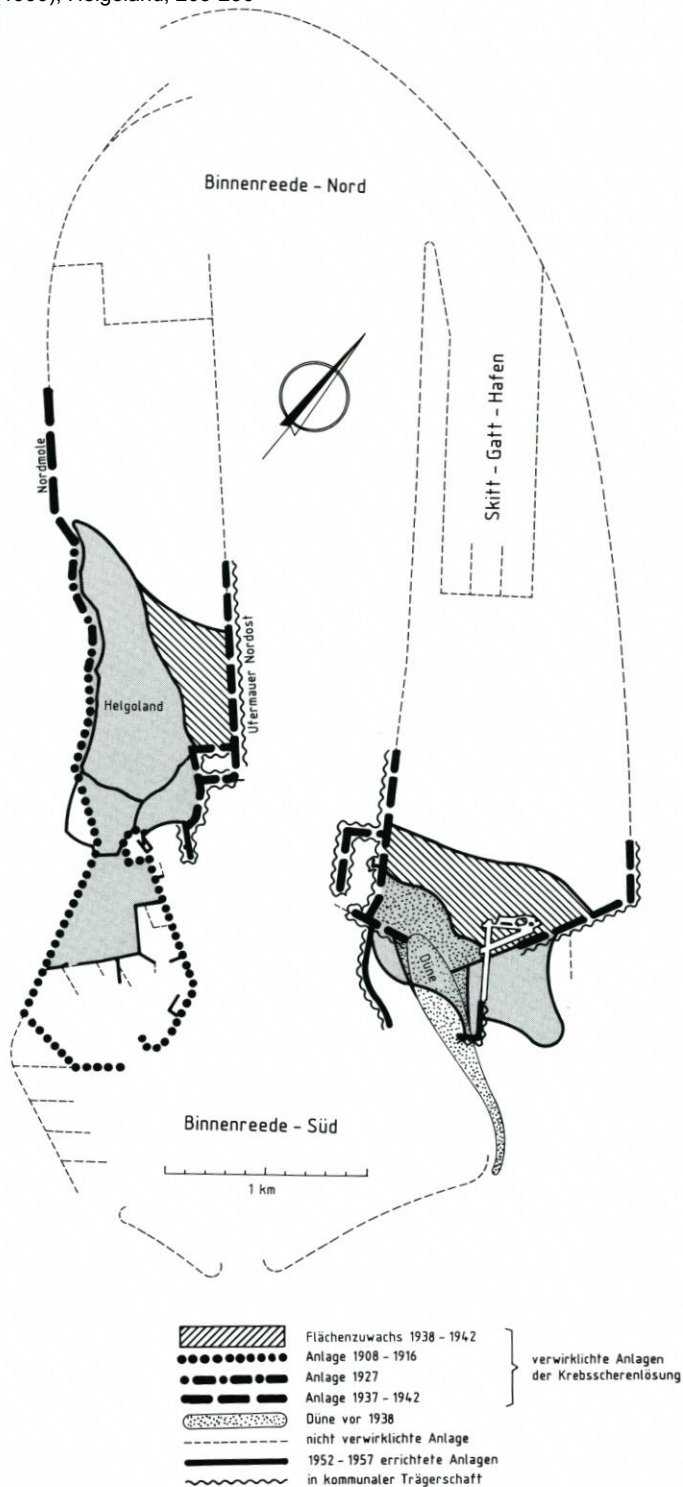


Abb. 2: Planung des Großkriegshafens „Krebsschere“ von 1938 und die daraus der Gemeinde zugewachsenen Flächen und Anlagen

- Flugplatz
- Hafen zur verkehrlichen Anbindung an die 0,9 km entfernte Hauptinsel

Sonstige Anlagen:

Zu den im Uferbereich liegenden infrastrukturellen Einrichtungen der Gemeinde zählen außerdem nachfolgende, für die verkehrliche Erschließung der Insel unabdingbare, hafentechnische Anlagen:

- Landungsbrücke
- Nordost-Hafen

Weiterhin befindet sich an der Ostseite des Unterlandes in Scharlage zur See eine Promenade, die durch ein aufwendiges Bohlwerk gesichert wird (sogen. Nordstrand-Bohlwerk).

Darüber hinaus liegt im direkten Einflußbereich der Küste auf dem Oberland der Klippenrandweg, der sowohl in seiner Funktion als Promenade, Wanderweg und Naturlehrpfad als auch wegen seiner einmaligen landschaftlichen Lage mit zu den hervorragenden Helgoländer Sehenswürdigkeiten zählt.

1.3 Verwaltungsmäßige und rechtliche Grundlagen

Mit der Rückgabe der Insel in die deutsche Oberhoheit am 1.3. 1952 galt es, als Grundlage der weiteren Entwicklung wieder eine gemeindliche Struktur aufzubauen und damit der angestammten, nach der Evakuierung auf 150 Ortschaften verteilten Inselbevölkerung Helgoland als alte und neue Heimstatt anzubieten. Als Vorläufer einer kommunalen Vertretung wurde 1951 der Helgolandausschuß gebildet. 1952 folgte die Einrichtung einer Gemeindeverwaltung, die bereits 1953 auf die Insel umzog. 1956 wurde der 1951 gegründete Helgolandausschuß durch eine gewählte Gemeindevertretung abgelöst, die am 16.12. 1956 den ersten Nachkriegs-Bürgermeister wählte. Damit konnte Helgoland die Aufgaben der kommunalen Selbstverwaltung wieder voll wahrnehmen. Da es dieser Gemeindeverwaltung unmöglich gewesen wäre, die im Verhältnis zur Einwohnerzahl der Gemeinde gewaltige Aufbauarbeit allein und aus eigener Kraft zu leisten, wurde ihr umfangreiche Hilfe durch Bund, Land und Kreis zuteil. So trat am 15.3. 1952 das vom schleswig-holsteinischen Landtag verabschiedete Helgolandgesetz in Kraft, mit dem Helgoland als Aufbaugebiet festgelegt wurde. Im gleichen Jahr wurde die Helgolandstiftung des deutschen Volkes und die Helgoland-Aufbau GmbH gegründet. Letztere hatte die Aufgabe, den Aufbau technisch zu planen und finanziell zu lenken.

Bereits 1963 wurde die Helgoland-Aufbau GmbH aufgelöst, und die Aufbauarbeiten galten 1965 im wesentlichen als abgeschlossen. In Anbetracht der besonderen Lage Helgolands und der damit verbundenen umfangreichen Aufgaben, die die Finanz- und Verwaltungskapazität der Gemeinde weit übersteigen, war es unumgänglich, in einer neuen Rechtsgrundlage die Finanz- und Verwaltungshilfe für Helgoland als langfristige Aufgabe sicherzustellen. So beschloß am 17.2. 1966 der schleswig-holsteinische Landtag ein neues Helgolandgesetz, das als Sondergesetz das Gemeindefinanzrecht umfaßt und die Zusammenarbeit mit den örtlichen Sonderbehörden und der Kreisverwaltung des Kreises Pinneberg regelt.

Bezüglich der gemeindeeigenen Hafen- und Uferanlagen übernahm in der Wiederaufbauphase zunächst die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, vertreten durch das Wasser- und Schifffahrtsamt Tönning, in dessen Amtsbereich Helgoland liegt, die Aufbauarbeiten. Herausragende Maßnahme war hierbei die Erstellung einer neuen Landungsbrücke,

über die die Gäste an Land gehen können, die mit den Börtebooten von den auf Reede liegenden Seebäderschiffen hergebracht werden.

Mitte der 70er Jahre ließ das Wasser- und Schiffsamt Tönning seine technische und verwaltungsmäßige Hilfe auslaufen. Letztere übernahm dann schrittweise das Amt für Land- und Wasserwirtschaft Itzehoe. Diese Hilfe wurde in dem Vertrag vom 9.12. 1985 zwischen der Gemeinde Helgoland und dem Amt für Land- und Wasserwirtschaft Itzehoe (ALW) umfassend geregelt und auch auf die anderen Bereiche der gesamten Wasserwirtschaft ausgedehnt. Gemäß § 1 dieses Vertrages übertrug die Gemeinde dem ALW Itzehoe die technische und geschäftliche Vorbereitung, Durchführung und Abrechnung aller Baumaßnahmen auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Küstenschutz und Hafenbau.

Der ständige Instandhaltungs- und Umgestaltungsbedarf allein der im Küstenbereich liegenden baulichen Anlagen würde die Möglichkeiten der Gemeinde weit übersteigen. Folgende summarische Angaben der vorhandenen Anlagen mögen den Umfang dieser Aufgabe verdeutlichen:

- 1,9 km Kaimauern und Uferschutzwände
- 2,8 km Molen und Buhnen
- 0,22 km Landungsbrücke
- 1,7 km Badestrand
- 2,6 km Klippenrandweg

Die in diese Anlagen seit 1952 geflossenen Finanzierungsmittel werden in folgender Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 1. Finanzierung der kommunalen Hafen- und Uferanlagen Helgolands

Maßnahmen	Bau- ausführung	gesamt	Kosten in Mio. DM			
			finanziert durch		Eigen- leistung und sonstige	mittel- fristig erfor- derlich
			Bund	Land		
Hauptinsel						
Landungsbrücke	1956/57	2,50	2,50			12,0
Nordost-Bohlwerk	1978/80	21,90	10,95	10,95		1,7
Lange Anna	1979	0,73		0,50	0,23	0,1
Nordost-Hafen:						
– Anlegerampen	1980	1,04		0,35	0,69	
– Kaimauersanierung	1983/87	9,70	2,62	7,08		2,0
Promenaden-Bohlwerk	1986/87	3,57	1,53	2,04		
Düne						
Tetrapodendamm-West	1965	1,24	0,86	0,32	0,06	
	1968	1,20	—	0,65	0,55	
	1974/76	4,26	3,59	0,33	0,34	
Südstrandsicherung	1954	0,29	0,29			
	1974	1,96	1,00	0,50	0,46	
	1982/83	1,79		0,99	0,80	
	1986/87	4,94	2,47	2,47		
Dünenhafen	1987/88	8,22		7,84	0,38	4,8
Summe		63,34	25,81	34,02	3,51	20,6

2. Die Durchführung baulicher Maßnahmen

2.1 Grundbautechnische Hinweise

Bei dem auf Helgoland anstehenden Buntsandstein handelt es sich bodenmechanisch um verfestigten Schluff mit Beimengungen von Feinsand und Ton (vergl. Beitrag von SPAETH und Ross in diesem Heft).

Der feste Buntsandstein ist überlagert von weniger tragfesten Schichten aus angewittertem, zerklüfteten Buntsandstein und sandigen bzw. kiesigen oder auch tonigen Auffüllungen, die als tragfähiger Baugrund für Tiefgründungen nicht geeignet sind.

Trotz der hohen Festigkeit (Druckfestigkeit über 25 N/mm^2) ist der feste Buntsandstein rammbaar. Wegen Einlagerung dünner, weicher Schluff- und Tonschichten ist es möglich, Stahlprofile mit Rammhären der mittleren Kategorie, z. B. D 30, bis zu ca. 2,0 m tief in den festen Buntsandstein einzurammen. Damit können die statischen Bedingungen für die Fußauflagerung von Rammelementen im festen Buntsandstein sicher erfüllt werden.

2.2 Nordost-Bohlwerk

Das Nordost-Bohlwerk ist zusammen mit dem dahinter liegenden Deich wesentlicher Bestandteil der Hochwasser-Schutzlinie für das Nordost-Gelände. Wie andere Ufersicherungsbauwerke auf Helgoland auch ist dieses Bauwerk im Rahmen des Großprojektes „Krebsschere“ in den Jahren 1937 bis 1939 errichtet worden und sollte das aufgespülte Nordost-Gelände sichern. Das insgesamt rund 800 m lange „Bohlwerk“, bestehend aus 500 m senkrechter Ufereinfassung und zwei Molen in Fangedammkonstruktion, war jedoch seinerzeit nicht vollständig fertiggestellt worden. In Abhängigkeit von den angetroffenen Baugrundverhältnissen war das Bauwerk in Trägergerüst- oder Steinkistenbauweise hergestellt worden. Bei anstehendem Buntsandstein wurden Trägergerüste und in tonigen Bereichen Steinkisten errichtet, von denen aus seeseitig eine Spundwand Larssen IV neu gerammt wurde. Die Hinterfüllung der Spundwand und die Oberflächenbefestigung erfolgte mit Beton.

Die Bedeutung der Schutzfunktion des Nordost-Bohlwerkes, die 1955 durch Bau eines hinterliegenden Deiches vervollständigt wurde, erweiterte sich ganz wesentlich durch die auf dem Nordost-Gelände errichteten infrastrukturellen Anlagen der Gemeinde. Zudem dient der nördliche Teil des Nordost-Geländes als Trinkwasserschutzgebiet. Für die hier vorhandene Süßwasserlinse wirkt das Bohlwerk als Sperre gegen eindringendes salziges Meerwasser.

Die Bausubstanz des Nordost-Bohlwerkes war nach 40 Jahren Lebensdauer durch Schäden aus Kriegseinwirkungen und Korrosion so stark gefährdet, daß seine Sicherungsfunktion nicht mehr gewährleistet war.

1978 wurde mit einer grundlegenden Sanierung begonnen. Für den Hauptbereich des Bauwerkes war die Forderung nach einer wasserdichten Konstruktion maßgebender Planungsparameter. Im Bereich des Seegrundes konnte dieser Forderung durch die Anordnung von sogenannten Räumungsbohrungen Rechnung getragen werden. Überschnittene Bohrungen wurden wasserseitig vor der alten Bohlwerkswand bis auf eine Tiefe von 3 m in den festen Buntsandstein abgeteuft. Die Bohrlöcher erhielten Füllungen aus einem Bentonit-Zement-Gemisch und bildeten so eine dichte Bohrpfilerwand im Seegrund. Die Materialeigenschaften des Bentonit-Zement-Gemisches ermöglichten das anschließende Rammen von Peiner Tragbohlen PSp 500 L bis 900 S mit Füllbohlen PZ 10 S, wobei die Tragbohlen durch Rundstahlanker und Ankertafeln eine rückwärtige Verankerung erfuhren. Die gemischte Peiner Wand

wurde seeseitig mit Stahlbeton-Fertigteilen verkleidet und die so entstandenen Spundwandfelder mit Beton B 25 ausgefüllt.

Die vollständige Betonummantelung des seeseitigen Flansches und des Steges der Peiner



Abb. 3: Schadhafes Nordost-Bohlwerk Mitte der 70er Jahre (Insel-Foto Cohrs)

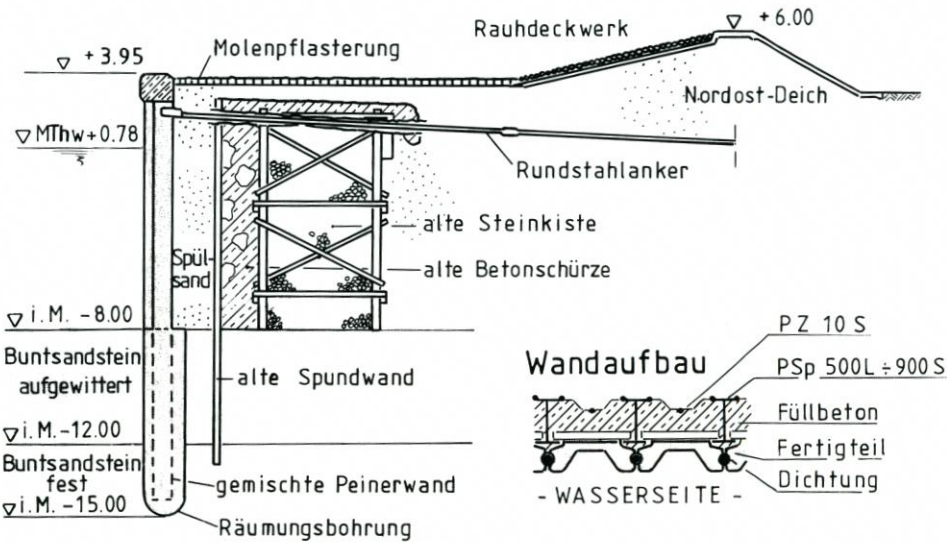


Abb. 4: Querschnitt Nordost-Bohlwerk und dahinter liegender Deich nach der Sanierung 1980

Tragbohlen stellt einen wirksamen Korrosionsschutz dar, um auch hier die für Ufereinfassungen geforderte Mindestlebensdauer von 50 Jahren zu gewährleisten.

Diese quasi dreischalige Bauweise war geeignet, die gestellten Anforderungen auch im Hinblick auf die Dichtigkeit zu erfüllen. Der Raum zwischen alter und neuer Ufereinfassung sowie die Hohlräume in der alten Steinkistenkonstruktion wurden mit Spülsand aufgefüllt. Die Bohlwerksabdeckung erfolgte mit Betonverbundpflaster, $d = 25$ cm, das an das mit Mastix vergossene Rauhideckwerk des Nordost-Deiches anschließt. Der Fangedamm am südlichen Bohlwerksende wurde in senkrechter Bauweise wie im Hauptbereich saniert, jedoch unter Verzicht auf die Räumungsbohrungen, da hier keine Forderung auf Dichtigkeit im Seegrund zu stellen war.

Der nördliche Fangedamm wurde in geböschter Bauweise durch das Verlegen von 8 t schweren Dolossen gesichert. Diese Betonformkörper haben sich durch den „Verzahnungseffekt“ bei den auf Helgoland vorherrschenden starken Beanspruchungen bewährt. Das sanierte Bauwerk wurde im Herbst 1980 von der Gemeinde Helgoland als Bauträger abgenommen.

Als Hauptleistungen sind zu nennen:

2300 t	Peiner Spundwände gerammt
1800 cbm	Beton B 45 für Stahlbeton-Fertigteile
4800 cbm	Beton B 25 und B 35 als Füll- und Holmbeton

Die Gesamtkosten von 21,9 Mio. DM sind je zur Hälfte aus Mitteln des Bundes und des Landes finanziert worden.

Das Nordost-Bohlwerk ist seit dem Abschluß der Sanierung wiederholt in die Schlagzeilen geraten und Gegenstand von Diskussionen auf der Insel geworden. Nach Sturmfluten sind mehrfach Hohlraumbildungen und Einstürze der Molenpflasterung im Bereich zwischen alter und neuer Wand eingetreten, deren Ursache zunächst in Undichtigkeiten der neuen Konstruktion vermutet wurden. Untersuchungen ergaben, daß der Sand aus dem Bereich zwischen alter und neuer Wandkonstruktion nicht seewärts, sondern durch zuvor nicht lokalisierte Löcher in der alten Ufereinfassung in die Steinkiste hinein entzogen wird. Mit den Planungsarbeiten für eine Behebung dieser Schadensursache ist 1989 begonnen worden, so daß eine abschließende und dauerhafte Sanierung dieses bedeutsamen Sicherungsbauwerkes an der Ostflanke der Insel in nächster Zeit zu erwarten ist.

2.3 Nordost-Hafen

Der Nordost-Hafen wurde in den Jahren 1938/39 als Bauhafen für den Neubau des Nordost-Bohlwerkes erbaut. Die wesentliche Funktion des Hafens liegt heute darin, daß er als Ausweichhafen für den Ausbootungsverkehr dient. Bei starken Winden aus östlichen bis südlichen Richtungen gehen die Seebäderschiffe weiter nördlich im Schutz der Düne auf Reede, und der Ausbootungsverkehr wird dann nicht über die Landungsbrücke, sondern über den Nordost-Hafen abgewickelt. Zudem dient er als Liegeplatz für zahlreiche auf der Insel beheimatete Boote.

Weiterhin sichern die Kaimauern des Hafens den Bestand der hafennahen Bebauung und haben auf der Nordseite Schutzfunktion für die Süßwasserlinie.

Die Kaimauern wurden mit den für die damalige Zeit auf Helgoland üblichen Bauweisen in der Form erstellt, daß Stahlspundwände vor Trägergerüsten oder Steinkisten in den Buntsandstein gerammt und rückwärtig verankert wurden. Nur die Südwest-Kaimauer weicht

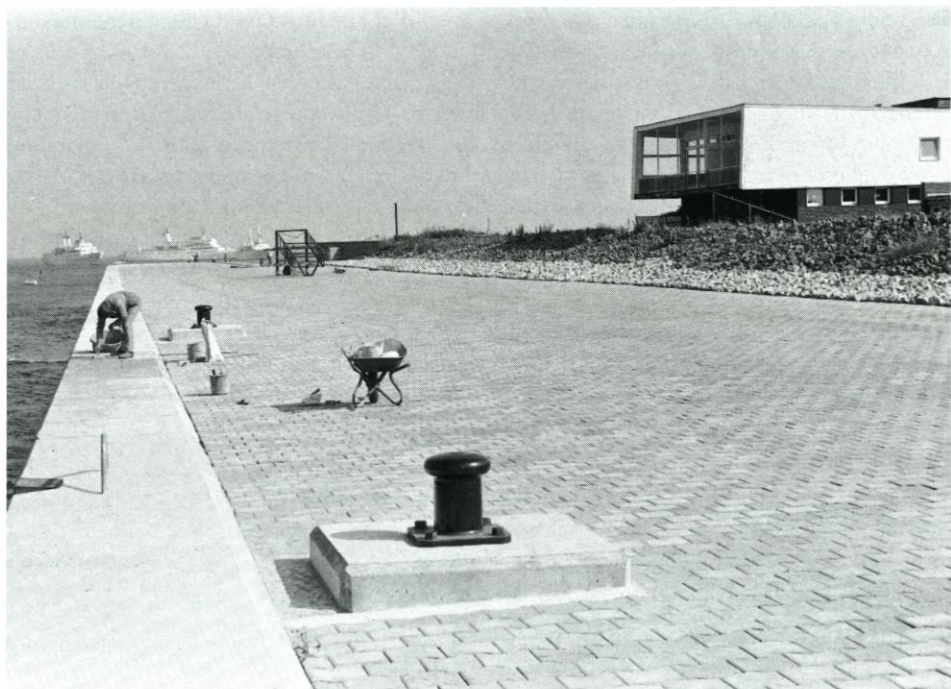


Abb. 5: Das sanierte Nordost-Bohlwerk im Jahre 1980 (Insel-Foto Cohrs)



Abb. 6: Nordost-Hafen mit Blick auf die Südwest-Kaimauer

von dieser Bauweise ab. Hier wurden IPB 300 im Abstand von 4,0 m gerammt und die Wandfelder mit Stahlbetonfertigteilen geschlossen (vergleichbar mit dem „Berliner Verbau“).

Die Mole an der Hafeneinfahrt, genannt Hobbje-Mole, wurde als Fangedamm mit Spundwänden „Larssen IV neu“ hergestellt.

Die 1938/39 errichteten Wandkonstruktionen der Nordwest- und Südost-Kaje sowie der Hobbje-Mole waren durch Kriegseinwirkungen und Korrosion Anfang der 80er Jahre so erheblich geschädigt, daß eine grundlegende Sanierung dieser Bauwerke notwendig wurde. Für die Südwest-Kaimauer wurde hingegen die zu erwartende Lebensdauer nach statischer Untersuchung noch für mindestens zehn Jahre prognostiziert, so daß dieser Wandbereich zunächst von einer Sanierung ausgeklammert werden konnte.

1983 begannen die Sanierungsarbeiten an den Kajen. Nordwest- und Südostkaimauer wurden in der Weise saniert, daß vor die alten Kajen gemischte Peiner Spundwände PSp 502 bzw. 602 mit PZ 612 gerammt wurden, wobei die Verankerung der Tragbohlen mit Verpreßankern $\varnothing$ 70 mm erfolgte. Der Raum zwischen alter und neuer Spundwand wurde mit Beton B 25 (teils als Unterwasserbeton) ausgefüllt. Den oberen Wandabschluß bildet ein 1,20 m breiter Stahlbetonholm. Die neue Kajenabdeckung wurde aus einer 18 cm starken Stahlbetonplatte hergestellt. Für den landseitigen Abschluß an der Nordwest-Kaimauer ist eine Hochwasserschutzwand errichtet worden, die den südlichen Abschluß der Hochwasserschutzlinie um das Nordost-Gelände bildet.

Die Hobbje-Mole wurde durch eine neue Fangedammkonstruktion überbaut. Gemischte Peiner Spundwände PSp 502 bis 702 mit PZ 612 wurden bis 2,0 m tief in den Buntsandstein gerammt und mit einer 40 cm starken Stahlbetonplatte als Molenabdeckung verbunden. Die Hohlräume in der alten Mole füllte man mit eingespültem Sand aus.

Über die Sanierung der Wände hinaus waren Maßnahmen zur Beruhigung der Wasserfläche im Hafenbecken notwendig, um die Verkehrssicherheit für die Schifffahrt zu erhöhen.

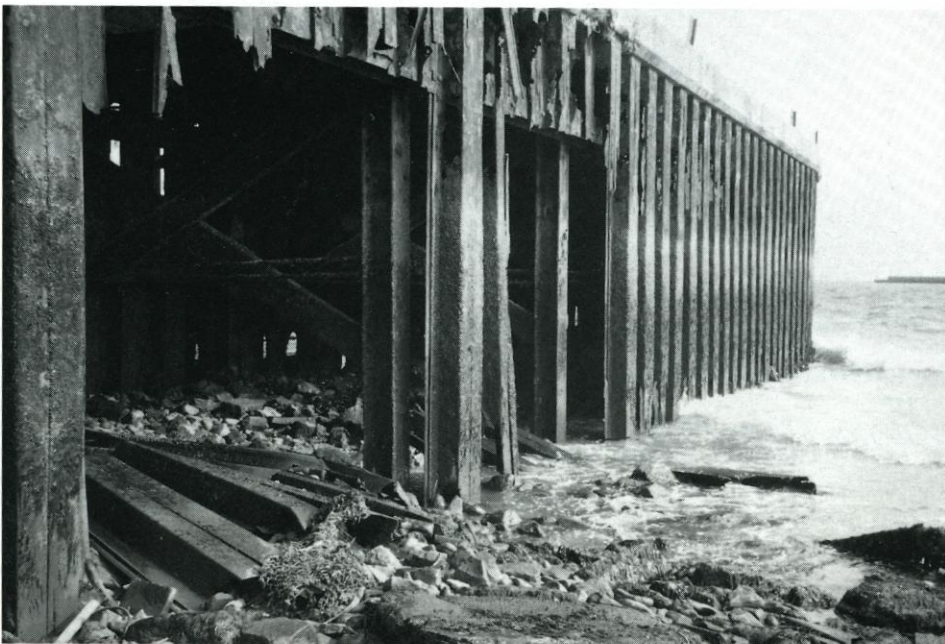


Abb. 7: Zerstörter Fangedamm der Hobbje-Mole

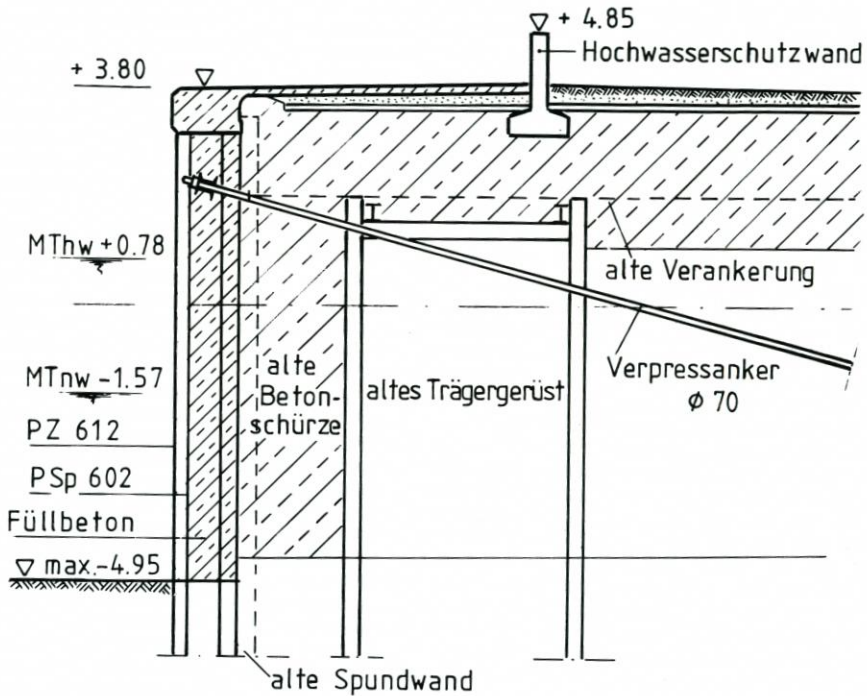


Abb. 8: Querschnitt Nordwest-Kaimauer

Hierfür wurden zur Wellendämpfung im Hafenbecken beiderseits der Hafeneinfahrt Wellenbrecher angeordnet, die auch Schutzfunktion für die Hafeneinfahrt selbst hatten. Die Wellenbrecher bestehen im Kern aus Wasserbausteinen abgestufter Körnung. Für die Deckschicht wurden Dolosse als vorgefertigte Betonformelemente mit 8 t Einzelgewicht gewählt.

In den Hafenecken vor der Südwest-Kaimauer sind zusätzlich Steinschüttungen vorgenommen worden, um eine weitere Beruhigung im Hafenbecken, insbesondere gegen Effekte aus Wellenreflexion, zu erzielen.

Die Baumaßnahme, die aus Finanzierungsgründen in zwei Bauabschnitten durchgeführt werden mußte, wurde 1987 mit Baukosten von 9,70 Mio. DM abgeschlossen.

Von den ausführenden Baufirmen sind dabei folgende Hauptleistungen erbracht worden:

1000 t	Spundwandmaterial gerammt
3000 cbm	Beton eingebaut
525 St.	Dolosse verlegt

Bauträger der 1986/87 durchgeführten Maßnahme war die Gemeinde Helgoland, vertreten durch das ALW Itzehoe; finanziert wurde sie ausschließlich aus Mitteln des Bundes und des Landes.

Als letzter Bauabschnitt wird die Südwest-Kaimauer zu sanieren sein. Mit den Planungsarbeiten hierfür ist im Februar 1990 begonnen worden.

2.4 Promenaden-Bohlwerk

Das Promenaden-Bohlwerk bildet einen Teil der Uferbefestigungen an der Ostflanke der Insel. Die baulichen Aktivitäten in diesem Abschnitt lassen sich bis vor 1700 zurückverfolgen. Früher befand sich hier der sogenannte Nordstrand des Unterlandes, das sich damals allein an der Südseite erstreckte (d. h. ohne Nordost-Gelände). Von daher wird dieses Bohlwerk von der Inselbevölkerung vielfach noch als Nordstrand-Bohlwerk bezeichnet. Heute ist der Nordstrand durch Einwirkungen des Meeres verschwunden, und die Aufgabe des Bohlwerkes besteht nunmehr darin, die Promenade zu stützen und vor seeseitigen Belastungen zu schützen. Bis 1934 bestanden die Befestigungen aus hölzernen Konstruktionen, die den schweren Beanspruchungen des Seeganges aufgrund der Bauweise nicht standhalten konnten und demzufolge ständig mit hohem Aufwand instand gesetzt werden mußten.

1934 wurde eine Uferkaje in Spundwandbauweise hergestellt, die bis in die 80er Jahre als Uferschutzbauwerk des Unterlandes im Osten diente. Dieses Bauwerk bestand aus einer Stahlspundwand Larssen III mit z. T. außenliegender Gurtung und rückwärtiger Verankerung aus Rundstahlankern und Ankertafeln. Die als Promenade benutzte Uferneinfassung war auf rd. 10 m Breite mit großformatigen Betonplatten von $1,25 \times 1,25$ m abgedeckt.

Infolge Korrosionsschäden an den Trag- und Verankerungselementen war die Stand-sicherheit der Konstruktion Anfang der 80er Jahre soweit beeinträchtigt, daß eine umfassende Sanierung des Bohlwerkes erforderlich wurde.

1985 waren die Planungsarbeiten für eine Sanierung auf insgesamt 377 m Länge abgeschlossen. 65 lfdm der Baustrecke entfielen noch in den Landanschlußbereich der 1955/56 erbauten Landungsbrücke. Dieser Abschnitt war aufgrund des geringeren Lebensalters zwar noch in einem besseren baulichen Zustand, wurde aber, weil ebenfalls sanierungsbedürftig, als Bestandteil der Promenade mit in die Baumaßnahme einbezogen.

Das Tragsystem der vorgesetzten neuen Uferneinfassung errichtete man aus Profilen IPB

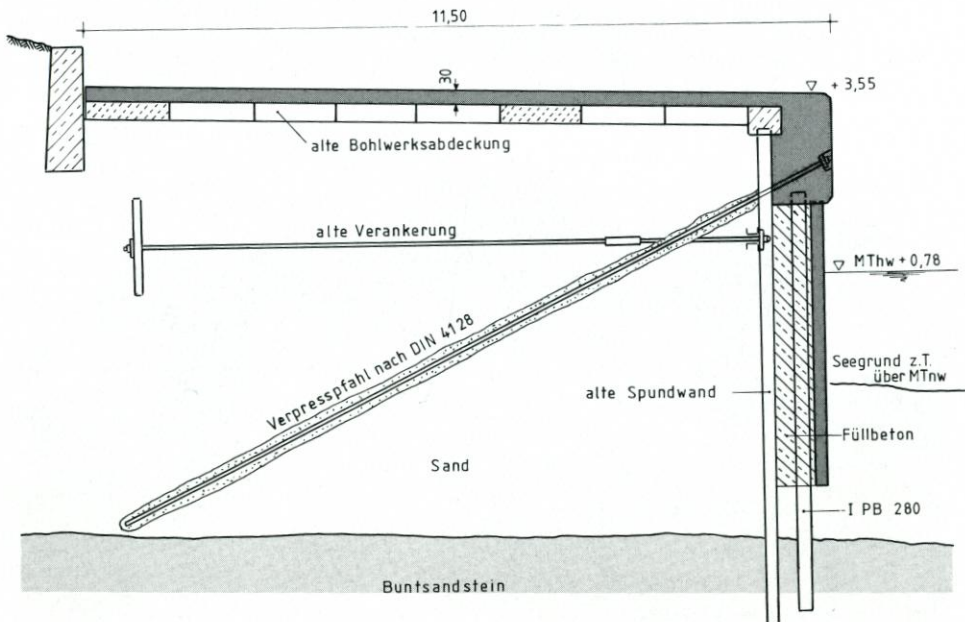


Abb. 9: Querschnitt Promenaden-Bohlwerk

280, die im Rasterabstand von 1,60 m mindestens 1,50 m tief in den festen Buntsandstein gerammt wurden, wobei die Lasten aus Erd- und Wasserdruck durch Stahlbeton-Fertigteilelemente auf die Rammträger übertragen werden. Der Raum zwischen alter und neuer Wandkonstruktion wurde mit Beton der Güte B 25 (z. T. als Unterwasserbeton) ausbetoniert. Den oberen Abschluß der Ufereinfassung bildet ein massiver Stahlbetonholm. In diesen Holm bindet die Wandverankerung ein, die aus Verpreßankern nach DIN 4128 hergestellt wurde. Bei diesen Verpreßankern handelt es sich um bauaufsichtlich zugelassene Daueranker $\varnothing 32$ mm, die in Neigung 1:2 mit einer Gesamtlänge von 12,0 m eingebaut wurden. Die Anker waren für eine Gebrauchslast von max. 418 kN bemessen. Die Kajenabdeckung wurde als 30 cm starke Ortbetonplatte in B 35 hergestellt.

Durch die vorgesetzten und gegeneinander abgedichteten Fertigteilelemente und den Füllbeton sind die Rammelemente dauerhaft vor Korrosion geschützt.

Die Profilgestaltung der Fertigteilelemente gewährleistet die notwendige Wandrauhigkeit, die sich aus der Lage und Beanspruchung des Bauwerkes infolge Wellenangriffs ergibt.

Die 1986/87 ausgeführten Bauarbeiten wurden wiederholt durch Sturm und Hochwasser behindert. Mehrmals ging die Schalung der Betonholme durch Welleneinwirkung verloren. Es bedurfte großer Erfahrung im konstruktiven Wasserbau, diese Bauarbeiten an solch exponierter Stelle am Ende zur Zufriedenheit von Planer und Bauherr auszuführen.

Die Baukosten von 3,57 Mio. DM wurden aus Mitteln des Bundes und des Landes finanziert.

2.5 Landungsbrücke

Die Landungsbrücke, vor dem 2. Weltkrieg „Gemeinde-Anlegebrücke“ genannt, war durch Kriegseinwirkungen, spätere Bombenabwürfe und Sprengungen völlig zerstört.



Abb. 10: Das sanierte Promenaden-Bohlwerk nach der Fertigstellung 1987



Abb. 11: Reste der zerstörten Landungsbrücke 1955

Das Wasser- und Schiffsamt Tönning als örtliche Dienststelle der Wasser- und Schiffsverwaltung des Bundes begann 1954 mit den Planungsarbeiten für den Neubau der Landungsbrücke und übernahm auch 1955/56 die ingenieurmäßige Betreuung der Baudurchführung. Das neue Bauwerk sollte in Abstimmung auf das Gesamtkonzept für das Unterland und zum Schutz des Binnenhafens an gleicher Stelle errichtet werden.

Mit den Bauarbeiten wurde 1955 begonnen. Zur Ausführung kam ein Sondervorschlag der bauausführenden Firma.

Das Bauwerk besteht aus einem Landanschluß in Spundwandbauweise und daran anschließenden drei Schwimmkästen. Während der Landanschluß in das Promenaden-Bohlwerk einbindet, wurden die Schwimmkästen als Mole frei in die See vorgebaut.

Die Schwimmkasten-Bauweise hat sich zwar grundsätzlich im Molenbau auf Helgoland bewährt, bei diesem Bauwerk liegt jedoch die Besonderheit vor, daß man sich nicht für eine feste Verbindung mit dem Seegrund entschieden hatte. Die Schwimmkästen waren vielmehr auf einem Schotterbett abgesetzt worden, bei dem Ebenflächigkeit und gleichmäßige Lagerungsdichte für die Bemessung der Stahlbetonbauteile vorausgesetzt wurden.

Die Schwimmkästen wurden in einem Trockendock im Hamburger Hafen hergestellt und bei ruhiger Wetterlage nach Helgoland geschleppt. Nach dem Absenken wurden die Kästen mit Inselboden verfüllt. Das Bauwerk wurde Pfingsten 1956 seiner Bestimmung übergeben.

Aufgrund auffälliger Schadensmerkmale ist die Standsicherheit der Landungsbrücke im Bereich der Senkkästen 1989 untersucht worden. Bei den vorliegenden Schäden handelt es sich um

- kreuzweise Risse in den oberen Deckenplatten
- umlaufende Risse in Quer- und Längsrichtung
- Zerstörung der Fußsicherungs-Spundwände im Kopfbereich der Landungsbrücke



Abb. 12: Die Landungsbrücke heute

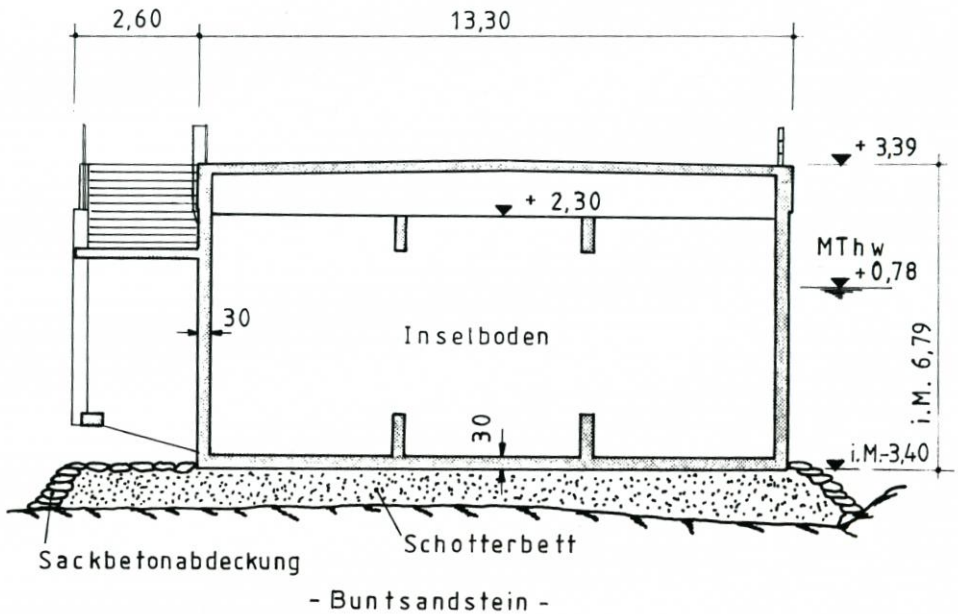


Abb. 13: Querschnitt Schwimmkasten der Landungsbrücke

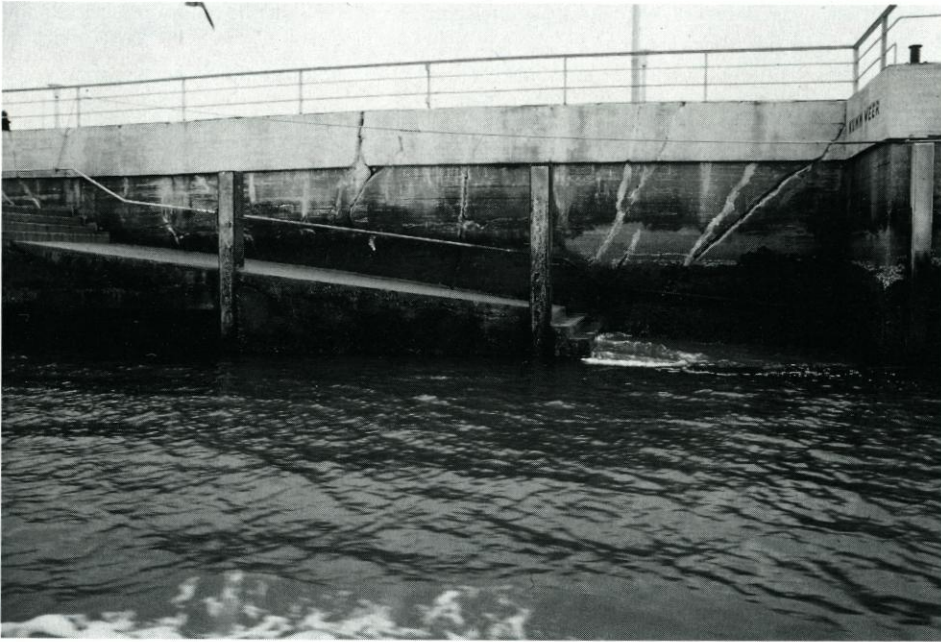


Abb. 14: Rißbild im Kopfbereich der Landungsbrücke

Die Bauweise, Bemessung und Besonderheiten, die sich aus der exponierten Lage des Bauwerkes ergeben, sind maßgebliche Ursachen für die heute gefährdete Standsicherheit des Bauwerkes.

So wurden die Schwimmkästen 1 und 2 bereits beim Ausschwimmen aus dem Trockendock beschädigt. Durch nachträgliche Anordnung von Spanngliedern wurden sie zwar für die Überführung zur Insel wieder stabilisiert, dieses jedoch nicht dauerhaft, da die Spanndrähte nicht vor Korrosion geschützt waren. Demzufolge waren zwei von drei Schwimmkästen zum Zeitpunkt des Absetzens auf dem Schotterbett bereits in der Substanz geschädigt. Insbesondere ihre Lagerungsbedingungen sind entscheidend für den heutigen schlechten baulichen Zustand der Anlage. Infolge der Belastungen aus Strömung und Wellen sind Unterspülungen und vermutlich auch Verdrückungen im Kiesbett entstanden, die zu einer Sattellagerung geführt haben. Für eine solche Lagerung sind die Schwimmkästen weder in Längs- noch in Querrichtung bemessen worden. Die Änderung dieser Lagerungsbedingungen ist als auslösend dafür anzusehen, daß die Kästen durchgebrochen sind.

Aus einer Vergleichsberechnung für die Standsicherheit unter Berücksichtigung von Wellenbeanspruchung haben sich

- Bodenpressungen mit einseitigen Spannungsspitzen und je nach Größe des Wellendruckes mit klaffenden Fugen
- verringerte Kippsicherheiten
- unzureichende Gleitsicherheiten

ergeben.

Die Decken der Landungsbrücke sind im Frühjahr 1989 soweit provisorisch abgestützt worden, daß eine Nutzung bei normalen Wasserständen für einen begrenzten Zeitraum noch

möglich ist. Das Bauwerk wird künftig im Rahmen eines Kontrollprogramms ständig auf Veränderungen hin überwacht.

Mit den Planungsarbeiten für eine äußerst dringliche grundlegende Sanierung bzw. einen Neubau ist im Februar 1990 begonnen worden.

2.6 Klippenrandweg

Wenn auch die Anlage von Wegen im allgemeinen nicht zu den küstentechnischen Maßnahmen gerechnet wird, so können jedoch Lage und Umfeld von Wegeanlagen Aspekte beinhalten, die aus der Sicht des Küsteningenieurwesens von Bedeutung sind und daher im Rahmen dieser Arbeit mit erwähnt werden sollten.

Bereits im vorigen Jahrhundert war der Klippenrand für den Kurgast durch einen einheitlich mit Klinker gepflasterten Weg erschlossen, der nach 1945 zerstört und zwischen 1953 und 1956 als Provisorium wiederhergestellt wurde. Die 1956 geplante Befestigung aus rot gefärbtem Asphalt unterblieb, so daß das Provisorium bis 1989 fortbestand.

Grundprinzip bei Erstellung des Weges im 19. Jahrhundert war die Wegeführung am unmittelbaren Klippenrand, um so dem Gast die Helgoländer Klippen als Naturdenkmal zu erschließen. Herausragender Beobachtungswert liegt insbesondere in der von der Hochseefauna geprägten Vogelwelt und dem faszinierenden Erscheinungsbild des Kliffs mit seinem interessanten geologischen Aufbau. Vielfältigste Ausprägungsformen und die Demonstration ständiger, durch Meereskräfte und Witterung verursachter Umgestaltung lassen die Begehung des Klippenrandweges zum herausragenden Erlebnis eines Helgolandbesuches werden.

Vorrangiger Anlaß für den Neubau des Klippenrandweges ist der Umstand, daß der seinerzeit mit sehr bemerkenswertem landschaftsgestalterischen Einfühlungsvermögen angelegte Weg infolge fortschreitender Erosion des Kliffs in mehreren Bereichen dem Ende seiner naturbedingten Lebensdauer zustrebte. An besonders abbruchgefährdeten Stellen mußte er schon mehrfach zurückverlegt werden. Die damit verbundenen bruchstückhaften Baumaßnahmen führten zu einem recht uneinheitlichen Gesamtbild. Zudem war die bisherige Wegbreite für den großen Besucherstrom unzureichend, so daß es zu erheblichen Trittschäden der recht empfindlichen Vegetation des Umfeldes kam.

Die neue Wegetrasse ist im wesentlichen durch den heutigen Klippenverlauf bestimmt worden. Einerseits war der Weg so nah an die Klippenkante zu legen, daß dem Gast möglichst auf dem gesamten Wegeverlauf Einblick in die Tiefe der Klippen geboten wird; andererseits galt es, einen Mindestabstand vom Klippenrand einzuhalten, damit auch ohne schweres Gelände der Weg gefahrlos begehbar bleibt und sein Bestand zumindest mittelfristig gewährleistet ist. Wegen der großen Unterschiede im Abbruchverhalten des Klippenrandes wurde der zukünftige Abstand zum Klippenrand nach der durch Augenschein ermittelbaren Standfestigkeit des jeweiligen Abschnittes festgelegt. Zur Vermeidung größerer Damm- und Einschnittstrecken wurde der Weg überwiegend der natürlichen Topographie angepaßt. Ein rotbrauner Pflasterklinker zur Oberflächenbefestigung soll die landschaftliche Einbindung des Weges nach Farbe und Material vervollständigen.

Ebenfalls wieder angelegt werden die meisten der auf den Hörns befindlichen Aussichtsplätze, die überwiegend durch einen kurzen Stichweg an den Hauptweg angebunden werden. Verbesserte Geländersicherung und Oberflächenfestigung dieser Aussichtsplätze sollen dem starken Besucherstrom Rechnung tragen. Bedauerlicherweise kann die nahezu zum Symbol gewordene Aussichtsplattform auf der Nordspitze mit Blick auf die „Lange Anna“, die bereits

seit 1988 aus Sicherheitsgründen gesperrt werden mußte, nicht wieder hergestellt werden, da der hier sehr stark erodierte Fels keine ausreichende Standsicherheit mehr bietet.

Letztere wäre nur durch umfangreiche Felssicherungsmaßnahmen erzielbar, die jedoch aus Kostengründen nicht in engere Erwägung gezogen werden konnten. Eine auf der Basis des Nordhorns neu errichtete Aussichtsplattform soll als zukünftige Nordspitze des Weges ausgebaut werden. Die Bauarbeiten für diesen Weg begannen im Herbst 1989 und sollen im Frühjahr 1990 abgeschlossen sein. Sie werden sich bei einer Weglänge von 2,6 km auf 1,65 Mio. DM belaufen.



Abb. 15: Klippenrandweg, Bauzustand – Januar 1990 –

2.7 Sicherung der „Langen Anna“

Das Helgoländer Wahrzeichen und Naturdenkmal, die „Lange Anna“, ist im Fortbestand gefährdet. Diese Gefährdung der letzten von ehemals in Vielzahl auf Helgoland stehender Felsäulen ergibt sich aus dem Zusammenwirken von

- tektonischen Gegebenheiten, insbesondere einer Gesteinszerlegung in Kluftkörper
- physikalisch-chemischer Verwitterung
- Wellenangriff mit der Bildung von Brandungshohlkehlen am Felsfuß

Das Geologische Landesamt erstellte 1973 ein Gutachten, insbesondere zu Fragen des natürlichen Verwitterungsprozesses sowie der Möglichkeit technischer Gegenmaßnahmen. Als geeignete Sanierungsmaßnahmen wurden seinerzeit im Gutachten vorgeschlagen:

- a) Schutz des Felsfußes vor weiterer Zerstörung aus Wellenangriff
- b) Schutz gegen den langsamen, aber steten Verwitterungsvorgang



Abb. 16: Nische an der Westseite der „Lange Anna“

Auffälligste Schäden waren eine ausgedehnte Brandungshohlkehle an der Nordseite und eine tiefe Nische an der Westseite.

Schutzmaßnahmen zur Fußsicherung wurde der Vorrang gegeben, um zunächst die Standsicherheit aus den Gleichgewichtsbedingungen heraus sicherzustellen.

Durch Kabinettsbeschluß vom März 1978 wurde das Interesse des Landes an der Erhaltung des Naturdenkmals „Lange Anna“ durch die Bereitstellung von 500 000,- DM gewürdigt. Diese Mittel waren für Sicherungsmaßnahmen am Felsfuß bestimmt, mit denen im April 1979 begonnen werden konnte.

Vorangegangen war ein Ideenwettbewerb unter Baufirmen, die über einschlägige Erfahrungen mit Bauarbeiten auf der Insel verfügten. Neben der funktionellen Bauwerksausbildung wurde besonderes Augenmerk auf gestalterische Gesichtspunkte gelegt.

Vor Baubeginn wurde die Nord- und Westseite des Felsens zum Schutz vor herabfallenden Gesteinsbrocken durch den Einsatz von Bergsteigern von losem Gestein gereinigt. Trotz dieses „Felsputzens“ mußten Schutzgerüste für die Baudurchführung errichtet werden.

Zur Fußsicherung wurden die Brandungshohlkehle an der Nord- sowie die Nische an der Westseite durch eine Betonplombe verschlossen und die Felsüberhänge dadurch abgestützt. Durch Abrasion und Verwitterung ist das Felswatt an der Nordflanke ständiger Veränderung in der Höhenlänge unterworfen. Zum Schutz vor frühzeitiger Unterspülung der Fußsicherung wurde ein Betonsporn in den Felsgrund eingelassen. Felsanker schufen eine Verbindung zwischen Felsen und Betonplombe, wobei diese Felsanker ($\varnothing$ 28, L = 1,50 m) gleichzeitig als Schalungsanker dienten. Die Schalhaut bestand aus 12 cm Stahlbeton-Fertigteileplatten der Betongüte B 45. Diese Platten, die sichtbar blieben, wurden zur Anpassung an den Felsen aus rötlich eingefärbtem Beton und mit strukturierter Oberfläche hergestellt. Die „Plombe“ wurde räumlich bewehrt und mit Füllbeton der Güte B 25 betoniert.

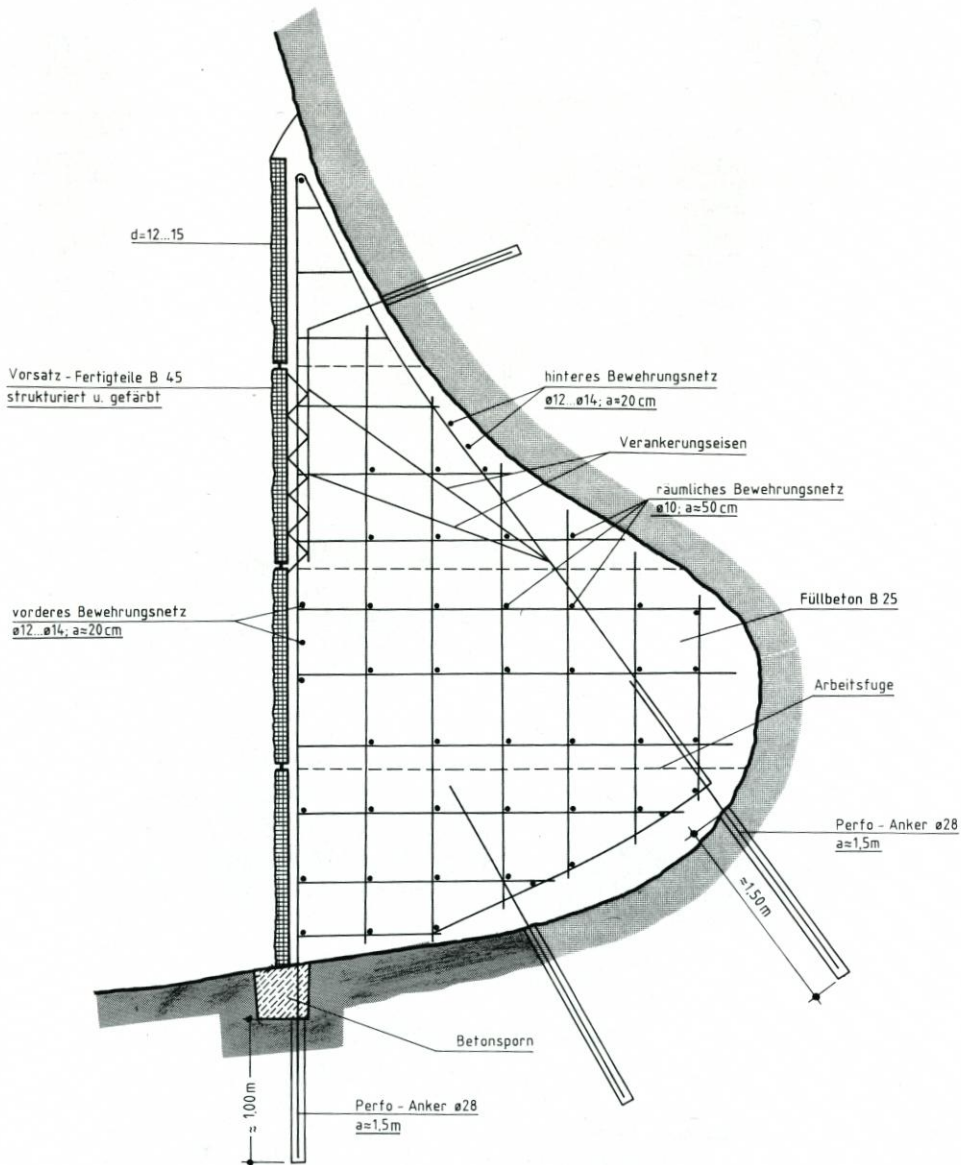


Abb. 17: Querschnitt der Fußsicherung 1979

Die Bauarbeiten selbst waren einfacher Art. Die Lage der Baustelle stellte vielmehr die Besonderheit und den eigentlichen Schwierigkeitsgrad der Baumaßnahme dar. Dieses gilt sowohl im Hinblick auf die Tideabhängigkeit, als auch auf die Baustellenzuwegung und Gewährleistung der Arbeitssicherheit.

Die Baukosten der Fußsicherung betrugen 726 000,- DM und wurden finanziert aus Mitteln der Stiftung Naturschutz des Landes Schleswig-Holstein, des Kreises Pinneberg, der Gemeinde Helgoland und des „Vereins zum Schutz der Langen Anna“. Durch diese Baumaßnahme ist nunmehr der Felsfuß im aufgehenden Teil gegen Brandungseinwirkungen nachhal-



Abb. 18: „Lange Anna“ mit gesichertem Fußbereich

tig geschützt. Gegen Abrasion und Verwitterung des Felswattes wird die Sohle der Fußsicherung aber auch künftig anzupassen sein. Darüber hinaus wird es Aufgabe für die Zukunft sein, ein technisches Konzept für eine Felssanierung zu erarbeiten, um den Verwitterungsvorgang zumindest zu verlangsamen und so das Naturdenkmal „Lange Anna“ möglichst lange zu erhalten.

2.8 Dünenhafen

Der Dünenhafen ist als Umschlagplatz für die Ver- und Entsorgung der Düne und als geschützter Anlegebereich für die zwischen Düne und Hauptinsel verkehrenden Börteboote von besonderer Bedeutung.

Die Bausubstanz dieser im Rahmen des Marine-Großprojektes „Krebsschere“ in den Jahren 1938 bis 1941 erbauten Hafenanlage war infolge Kriegseinwirkungen und Korrosion stark beschädigt und in weiten Teilen einsturzgefährdet. Damit war insbesondere eine wirksame Sicherung der Düne an der Westseite nicht mehr gewährleistet.

Nach einer vorangegangenen Beurteilung von Standsicherheit und zu erwartender Lebensdauer der vorhandenen Anlagen, die sich auf umfangreiche Untersuchungen der Spundwände insbesondere im Unterwasserbereich stützte, wurde 1987 mit den Planungsarbeiten für eine Sanierung bzw. Neugestaltung des Dünenhafens begonnen.

Durch eine kurzfristige Mittelbereitstellung wurde noch im selben Jahr der Beginn eines 1. Bauabschnittes ermöglicht. Dieser 1. Bauabschnitt mit einem Kostenvolumen von 8,3 Mio. DM umfaßte im einzelnen Arbeiten zur Sanierung und zum Neubau von Molen und Uferkajen.

Die Fangedämme der Nord- und Westmole wurden durch Behebung gravierender Schäden an den Spundwänden im Über- und Unterwasserbereich, die Auffüllung der Molenkästen mit Sand und den Bau einer dauerhaften Betonabdeckung saniert. Mit diesen Sanierungsmaßnahmen soll die Lebensdauer der Fangedamm-Konstruktion für ca. 20 weitere Jahre gesichert werden. Mit Ablauf dieses Zeitraumes wird die Korrosion die Spundwandquerschnitte dann soweit dezimiert haben, daß die heute noch vorhandenen Sicherheitsreserven aufgezehrt sind und ein Neubau der Nord- und Westmole erfolgen muß.

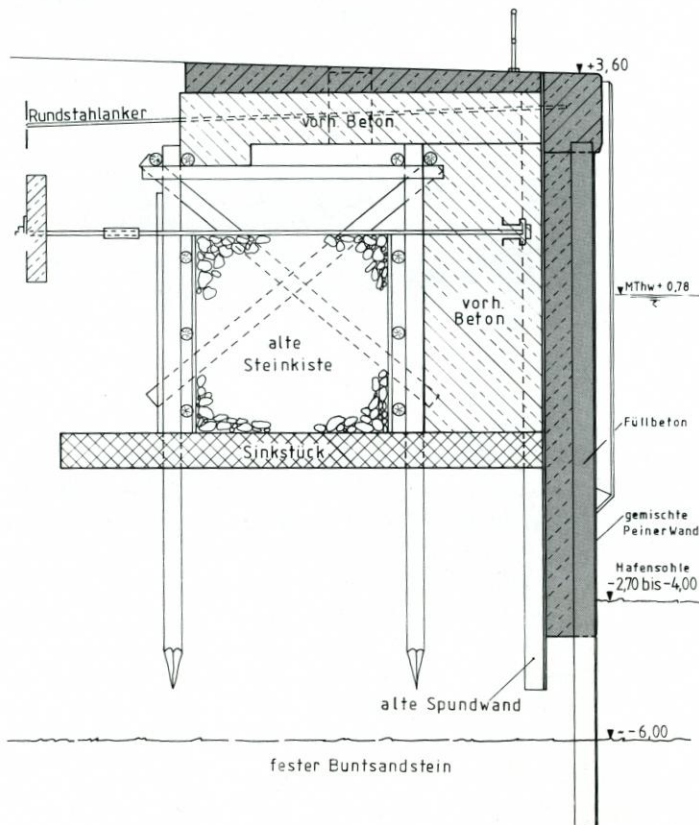


Abb. 19: Querschnitt Schiffsanleger Dünenhafen

Im Bereich der Schiffsanlegestelle waren jedoch die Schäden bereits so erheblich, daß ein Neubau der Uferkaje unumgänglich wurde. Vor die alte Wandkonstruktion wurde eine gemischte Peiner Wand gerammt und der Zwischenraum zwischen neuer und alter Spundwand mit Beton B 25 ausgefüllt, wobei die Tragkonstruktion auch hier mit Rundstahlankern und Ankertafeln eine rückwärtige Verankerung erhielt. In Verbindung mit der neuen Kajenabdeckung aus Stahlbeton wurde so ein sicherer Umschlagplatz für Küstenmotorschiffe der Dünenver- und -entsorgung geschaffen.

Die alte Uferkaje, die das Sicherungsbauwerk der Dünenwestseite darstellte, war unter anderem aus Sturmfluteinwirkung am stärksten beschädigt.



Abb. 20: Zerstörte Kaje an der Westseite der Düne

Durch Vorschüttung einer Böschung aus Wasserbausteinen wurde die teilweise einsturzgefährdete Konstruktion seeseitig gestützt und gesichert. Die Böschung wurde aus Wasserbausteinen in abgestufter Korngröße mit einer Neigung von 1:2 hergestellt. Die aus Norwegen angelieferten Steine hatten in der größten Fraktion ein Einzelgewicht von max. 2,0 t. Die Hohlräume unter der alten, überwiegend bereits eingestürzten Kajenabdeckung, die eine neue Stahlbetonabdeckung erhielt, wurden durch Sandeinspülung aufgefüllt. Die Anordnung einer Hochwasserschutzwand soll das Entstehen rückwärtiger Schäden aus Wellenangriff bei Sturmfluten verhindern.

Die Bauarbeiten konnten zügig, ohne wesentliche witterungsbedingte Unterbrechungen im Mai 1988 abgeschlossen werden. Als Hauptleistungen sind der Einbau von

33 000 t	Wasserbausteinen verschiedener Korngröße
3 300 cbm	Beton
350 t	Spundwandstahl

zu nennen.

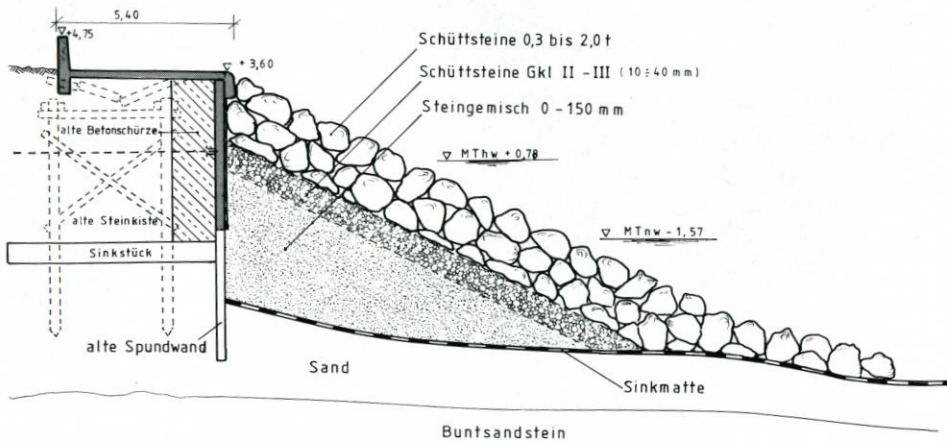


Abb. 21: Querschnitt durch die sanierte Kaje an der Westseite der Düne

In einem noch durchzuführenden 2. Bauabschnitt ist der Bau einer Mole im Hafenbecken geplant. Mit diesem Bauwerk soll eine Wellendämpfung im Hafenbecken erzielt und damit die Funktionsfähigkeit des Dünenhafens verbessert werden. Diese Maßnahme ist notwendig, da die Sicherheit des Dünenfährverkehrs und des Hafenbetriebes bei stärkeren südlichen Winden erheblich eingeschränkt ist.

Die Anordnung und Formgebung dieser Mole im Hafenbecken ist nach den Ergebnissen von Modellversuchen, durchgeführt am Leichtweiß-Institut der TU Braunschweig, festgelegt worden. Die Mole wird als durchlässiges Bauwerk aus Wasserbausteinen mit einem Einzelgewicht von max. 1,5 t errichtet werden. Die Böschungsneigungen werden 1:2 bzw. 1:2,5 seeseitig betragen. Die Baukosten sind in Höhe von 4,5 Mio. DM zu erwarten.

Der Zeitpunkt zur Durchführung des 2. Bauabschnittes ist noch unbestimmt.

2.9 Strandsicherungsmaßnahmen auf der Düne

Die Fläche der Düne war durch Erosion und fortschreitende submarine Abrasion des Inselsockels bis zum Jahre 1938 auf 40 ha reduziert (oberhalb MSpTnw) worden.

Im Zuge des Marinegroßvorhabens „Krebsschere“ wurde die Fläche der Düne durch Aufspülmaßnahmen auf das 1,9fache vergrößert und umfaßte am Kriegsende 76 ha. Gesichert war die neu gewonnene Spülfläche durch ein Buhnensystem mit angebundenem Dünenhafen, das mehrere bauliche Ergänzungen gefunden hat.

In den Jahren nach den zwischen 1938 und 1942 erfolgten Aufspülmaßnahmen verbanden sich die Neufläche mit der Altdüne zu einem sowohl morphologisch als auch ökologisch weitgehend geschlossenen System, so daß sich die Düne heute als eine ganzheitliche Naturlandschaft darstellt.

Die Düne unterliegt einer Summe von naturbedingten Kräften, die auf sie einwirken und dabei zu einem ständigen Umgestaltungsprozeß führen. Diese Kräfte mit ihren Wechselwirkungen und den daraus resultierenden Veränderungen wurden von FÜHRBÖTER 1986 eingehend beschrieben.

Wesentliches Merkmal der Veränderungen seit der Umgestaltung 1938/42 ist, daß der Südstrand mit hinterliegender Düne einem fortlaufenden Erosionsprozeß ausgesetzt ist,

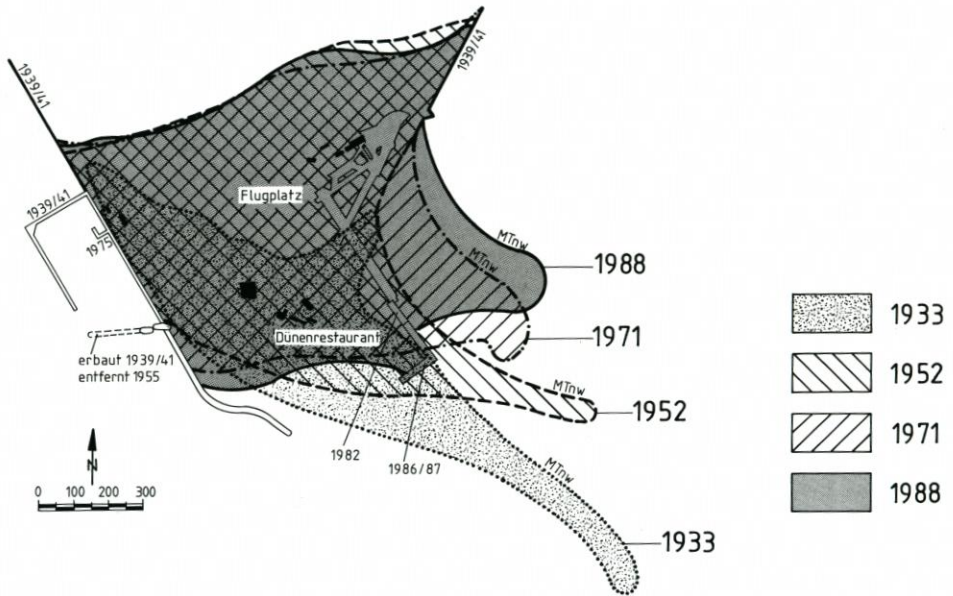


Abb 22: Entwicklung der Uferlinie (MThw) 1933–1988

wobei das derartig mobilisierte Material nach Osten verfrachtet wird und zu einem deutlichen Anwachsen des Oststrandes führt. Der Nordstrand erweist sich hingegen weitgehend lagestabil, während an der Westseite die Uferlinie ohnehin durch Bauwerke festgelegt ist.

Diese vorstehend umrissenen Verhältnisse bedingen es ganz zwangsläufig, daß alle strandverbessernden und dünenichernden Maßnahmen darauf abzielen, die Verhältnisse am Südstrand zu stabilisieren, zumal der Südstrand ein wichtiger Badstrand Helgolands ist und auch mit Dünenrestaurant und Landebahnkopf sturmflutgefährdete Baulichkeiten hinterliegend hat.

Im einzelnen wurden folgende Maßnahmen vorgenommen:

- a) Bau des Tetrapodendamms-West
 - 1965 Errichtung des ersten 250 m langen Teilstückes
 - 1968 Verlängerung um 150 m
 - 1974/76 Verlängerung um weitere 210 m

Dem Bau dieses heute insgesamt 610 m langen Tetrapodendamms ging 1954/55 der Abbruch der Südmole des Dünenhafens voraus. Von diesem Abbruch hatte man sich eine positive Veränderung am Südstrand erhofft, die aber hinter den Erwartungen zurückblieb.

Der Tetrapodendamm brachte für den westlichen Teil des Südstrandes bis in Höhe des Dünenrestaurants für Wasserstände bis etwa über 1,0 m über MThw eine spürbare Schutzwirkung, die im wesentlichen auf einer Reduzierung der Tide- und Brandungsströmung sowie des Wellenangriffs beruht. Offen ist dabei noch die Frage, inwieweit eine mögliche Sandzufuhr von der Südreede her unterbrochen worden ist. Zweifelsfrei setzten vom Dünenrestaurant in Richtung Ost Rückgangerscheinungen ein, die zumindest teilweise auf eine großräumige Lee-Erosionswirkung des Tetrapodendamms zurückgeführt werden müssen (FÜHRBÖTER, 1986).

b) Hakenbuhne im Anschluß an die Landebahn

- 1982/83 Errichtung eines 75 m langen Teilstückes vom Landebahnkopf in Flucht des westlichen Landebahnrandes mit Sicherung des Landebahnkopfes
- 1986/87 Ausbau zu einer insgesamt 234 m langen, L-förmigen, sandundurchlässigen Hakenbuhne aus Schüttsteinen

Dieses 1982/83 errichtete Teilstück diente in erster Linie dem Erhalt der Landebahn, deren Standsicherheit am seeseitigen Ende gefährdet war. Der zweite Ausbau 1986/87 erfolgte auf der Grundlage einer 1985 vom Leichtweiß-Institut der TU Braunschweig vorgenommenen Modelluntersuchung zur Sicherung des Südstrandes. Ziel dieser Maßnahme war, die Brandungsströmung zu unterbrechen und damit unter gleichzeitiger Verlagerung der Lee-Erosion nach Osten eine Luv-Anlandung zwischen Landebahn und Dünenrestaurant zu bewirken.

Durch Anlage des Hakens galt es, eine starke leeseitige Wellenbeugung zu erzeugen, wodurch beabsichtigt war, daß die Wellen auf den östlich gelegenen Strandabschnitt möglichst senkrecht auftreffen und somit eine Minimierung der Brandungsströmung erreicht wird.

c) Sandaufspülung am Südstrand

- | | |
|-------------------------|-------------|
| - 1954 Sandauffüllung | 85 000 cbm |
| - 1974 Sandaufspülung | 244 000 cbm |
| - 1976 Sandaufschüttung | 24 000 cbm |
| - 1987 Sandaufspülung | 200 000 cbm |



Abb. 23: Luftaufnahme der Düne 1984 (Freigabe Nr. SH 510/84)

Während die Materialzugaben der Jahre 1954, 1974 und 1976 sehr kurzfristig aufgearbeitet und verfrachtet worden sind, dürfte nach Augenschein dem 1987 aufgespülten Sand eine größere Verweilzeit beschieden sein, da durch die östlich gelegene Hakenbuhne eine Stützung des Strandes mit Ausbildung eines lagestabilen Strandbogens erzielt werden konnte.

Sichere und quantifizierende Aussagen der Strandverluste sind jedoch erst nach Durchführung entsprechender Vergleichsmessungen möglich, die im Laufe des Jahres 1990 vom Amt für Land- und Wasserwirtschaft Itzehoe vorgenommen werden.

Der Bestand der Randdünen ist bekanntlich eng mit der Stabilität des Strandes verbunden. Insoweit wirken sich Stabilisierungsmaßnahmen an den Stränden unmittelbar auch auf die Sicherheit der Dünen aus, die wiederum eine wesentliche Bedeutung für den Hochwasserschutz haben und die zudem ein herausragendes Landschaftselement darstellen. Neben den maritimen Kräften unterliegen die Dünen auch äolischen und anthropogenen Einflüssen. Letztere können insbesondere aus dem Fremdenverkehr resultieren und hier bei Überschreitung von Belastungsgrenzen zu erheblichen Schäden führen.

Zur fortlaufenden Pflege der vorderen Dünenkette werden mit dem Regiebetrieb der Gemeinde umfangreiche Sicherungsmaßnahmen durch Bepflanzungen und insbesondere durch Errichtung von Sandfangzäunen aus Reisig vorgenommen. Zudem wird eine dünenverträgliche Lenkung des Badegastes angestrebt.



Abb. 24: Sanierter Südstrand der Düne 1987 (Insel-Foto Cohrs, Freigabe Nr. SH 560/4-7)



Abb. 25: Nordstrand der Düne mit Sandfangzäunen (Januar 1990, Freigabe Nr. SH 1588/1)

3. Schlußbetrachtung

Die vorstehend beschriebenen Maßnahmen machen deutlich, daß der Gemeinde Helgoland auch nach der bis 1965 dauernden Aufbauphase ganz erhebliche bauliche Aufgaben im Küsten- und Uferbereich verblieben sind. Einerseits erfordern die in den ersten Aufbaujahren in einem relativ engen finanziellen und zeitlichen Rahmen erstellten Anlagen Sanierungs- und Ergänzungsmaßnahmen. Andererseits ist überall dort, wo sich ständige, naturbedingte Veränderungen der Oberflächengestaltung vollziehen, eine fortlaufende Anpassung an diese Entwicklungen erforderlich. Letzteres trifft insbesondere für Strände und bauliche Anlagen auf der Düne zu. Mittelfristig ergibt sich ein überschläglich errechneter Finanzierungsbedarf von 20,6 Mio. DM. Bund, Land und Kreis werden bei der Erfüllung dieser Aufgabe weiterhin der Gemeinde hilfreich zur Seite treten müssen.

4. Schriftenverzeichnis

- BAHR, M.: Anzahl der Felsabstürze auf Helgoland 1899 bis 1955. (unveröff.).
 BAHR/POPPE: Das neue Uferschutzwerk im Unterland von Helgoland. Die Bautechnik, 15. Jg., H. 20 und 24, 1937.
 BECHER/BREITSCHWERT/JENSEN: Die Hafenbauarbeiten der Wasser- und Schifffahrts-verw. des Bundes auf Helgoland. Die Bautechnik, 36. Jg., H. 12, 1959.
 BSF-BÜRO für Sozial- und Freizeitforschung: Gutachten Tourismusentwicklung der Insel Helgoland, 1988.
 EILMANN, W.: Die Ufermauer an der Nord-Ost-Seite von Helgoland. Die Bautechnik, 26. Jg., H. 8, 1949.
 FÜHRBÖTER, A.: Gutachten zur Erhaltung der Nordostflanke der Insel Helgoland, 1979.
 FÜHRBÖTER, A. u. DETTE, H.: Zur Entwicklung der Düne Helgoland. Die Küste, H. 43, 1986.

- FÜHRBÖTER, A., DETTE, H. U. WITTE, K. H.: Modelluntersuchungen zur Sanierung des Dünenhafens Helgoland. Bericht Nr. 599 des Leichtweiß-Institutes TU Braunschweig, 1986.
- GEHRKE, R.: Helgoland im Wandel. Verlag Hansen & Hansen, Münsterdorf, 1989.
- GEIßE, A.: Schutzbauten an der Helgoländer Düne. Zeitschrift für Bauwesen, Jg. 54, 1904.
- Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein: Gutachten zu Erhaltungsmaßnahmen an der „Langen Anna“ Helgoland, 1975.
- JÄCKLE, H.: Stellungnahme zum baulichen Zustand der Landungsbrücke (unveröff.), 1989.
- KRUMBEIN, W.: Verwitterung, Abtragung und Küstenschutz auf der Insel Helgoland, Abh. verh. naturwiss. Ver. Hamburg (HF) 18/19, 1975.
- MOHN, H.: Entwurf Sicherung des Nordstrand-Bohlwerkes, 1985.
- MOHN, H.: Entwurf Dünensicherung – Bereich Südstrand, 1986.
- MOHN, H.: Entwurf Neugestaltung und Sanierung Dünenhafen, 1987.
- MOHN, H.: Entwurf Neugestaltung des Klippenrandweges, 1988.
- PRACK, H.: Entwurf für den Neubau des Nordost-Bohlwerkes auf Helgoland, 1977.
- PRACK, H.: Gutachterliche Untersuchung für die Sicherung der Düne auf Helgoland, 1982.
- PRACK, H.: Entwurf Sanierung des Nordost-Hafens, 1983.
- Wasser- und Schiff.-verw. des Bundes: Vermerk zu einer Ministerbereisung (unveröff.), Akte Wasser- und Schifffahrtsdirektion Kiel, 1957.