



Niedersächsischer **L**andesbetrieb für **W**asserwirtschaft, **K**üsten- und **N**aturschutz

Infos zum Insel- und Küstenschutz

Der Beginn des seebautechnischen Inselfschutzes auf den Ostfriesischen Inseln von Frank Thorenz

Einführung

Die Entwicklung der Ostfriesischen Inseln ist geprägt durch einen vielfältigen Wechsel ihrer Gestalt. Inseln oder Inseteile haben sich durch Erosion verkleinert, sind angewachsen oder sind während schwerer Sturmfluten in den vergangenen Jahrhunderten durchbrochen worden. Alle Inseln mit Ausnahme von Juist und Langeoog waren seit 1650 an den Westseiten teilweise erheblichen Abbrüchen unterworfen, während die Ostenden der Inseln angewachsen sind. Oft mußten in gefährdeten Inselbereichen oder auf Grund von Sturmfluten die vorhandenen kleinen Siedlungen verlegt werden oder schwere Beschädigungen hingenommen werden. Wesentliche Erwerbszweige der Bewohner der Inseln waren Fischerei, Handel, Viehhaltung in den Dünen- und auf den Vorlandflächen sowie die Bergung von Strandgut .

Der Beginn des 19. Jahrhunderts leitete eine neue Entwicklung für die ostfriesischen Inseln ein. Die Bedeutung als Kur- und Badeorte wuchs, beginnend mit Norderney, welches im Jahre 1797 erstes Seebad an der deutschen Nordseeküste wurde. Um 1850 waren auf allen Inseln - mit Ausnahme von Baltrum (1898) - staatlich anerkannte Seebäder eingerichtet worden. Die stärkste städtebauliche Entwicklung und damit verbunden eine Vergrößerung der zu schützenden Werte verzeichnete dabei Norderney.

Auch die Bedeutung der Inseln für die Sicherheit der Festlandsküste als ein vorgelagerter Wellenbrecher und die positiven Wirkungen für den Anwachs von Vorlandflächen am Festland war den Wasserbauingenieuren in den Fachverwaltungen bereits damals im Grundsatz bekannt. Auch der Staat hatte Interesse daran, sein Grundeigentum auf den Inseln gegen die Bedrohungen des Meeres zu schützen. Diese Aspekte veranlaßten die staatliche Wasserbauverwaltung des damaligen Königreiches Hannover, zu dessen Hoheitsgebiet die Inseln von Borkum bis Spiekeroog seit 1815 gehörten, zur Verteidigung der Inseln gegen fortschreitende Erosion der Strände und Dünen neben Strandhaferpflanzungen bei dringendem Erfordernis auch massive Bauwerke zu errichten. Begonnen wurde mit diesen Arbeiten im Jahre 1857 auf der Insel Norderney wegen ihrer besonders großen Bedeutung als Seebad und wohl auch wegen ihrer Funktion als Sommerresidenz Königs Georg V. von Hannover. Nach dem Übergang des Königreiches Hannover in eine preußische Provinz im Jahr 1866 wurden wegen der zunehmenden Erosionsprobleme an den Nordwestseiten weiterer ostfriesischer Inseln ab ca. 1870 ebenfalls massive Anlagen zum Schutz der Strände und Dünen errichtet.

Die technischen Möglichkeiten erlaubten es zu dieser Zeit erstmals, Seebauwerke dieses Umfangs zu errichten. Bis dahin war mit Ausnahme der Errichtung von leichten Buschbuhnen auf Wangerooge und Norderney nur Dünenbau als Inselfchutzmaßnahme betrieben worden. Für die damalige Zeit bedeutete der Bau dieser Inselfchutzwerke eine große Ingenieurleistung, die den Grundstein für die bis heute wesentlich ausgeweiteten Schutzwerkstrecken auf den Inseln Borkum, Nordmev, Bahrum, Spiekeroog und Wangerooge legte. Der Beginn dieser Entwicklung und der schon weit fortgeschrittene Stand der Arbeiten um die Jahrhundertwende soll im folgenden exemplarisch am Beispiel der Schutzwerke der Inseln Norderney und Spiekeroog dargestellt werden. Der konstruktive Aufbau von typischen Anlagen wird dabei an Hand von ausgewählten historischen Zeichnungen erläutert. Die Entwicklung der Schutzwerke auf den anderen Inseln wird in einer tabellarischen Zusammenstellung dargelegt. Eine detaillierte Beschreibung der im folgenden nicht näher erläuterten Anlagen auf Borkum, Juist, Baltrum und Wangerooge mit halbsteilen und steilen Profilen und Steinböschungen findet sich z.B. bei Fülcher (1905), Witte (1971), Erchinger & Ukena (1987) und Kramer (1992).

Entwicklung der Inselfchutzwerke auf der Insel Norderney bis zur Jahrhundertwende

Die städtebauliche Entwicklung der Insel Norderney wird seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts durch die Gründung der ersten Seebadeanstalt an der Nordsee im Jahre 1797 wesentlich beeinflusst. 1819 wird Norderney königlich hannoversches Seebad und gehört zu den renommiertesten europäischen Bädern. Der Kur- und Badebetrieb gewann mit der steigenden Anzahl der Kurgäste im Verlauf des 19. Jahrhunderts stetig an Bedeutung. Parallel dazu stieg die Anzahl der Einwohner, die im Fremdenverkehr eine neue Erwerbsquelle fanden, ebenfalls an. Während im Jahr 1793 auf Norderney 563 Einwohner in 106 Häusern lebten, hat sich die Zahl im Jahre 1860 auf 650 Einwohner und 206 Häuser etwa verdoppelt. Im Jahre 1910 besitzt Norderney bereits 850 Häuser. Noch stärker stieg die Anzahl der Kurgäste an: Im Jahr 1800 waren 250, 1860 bereits 2.595 und 1910 42.590 als Gäste auf Norderney.

Der Ortskern konzentrierte sich auf den Westteil der Insel, weil dort die hohen Dünen einen ausreichenden Schutz gegen Sturmfluten boten und zudem ein Zugang zum tiefen Wasser gegeben war. Der Ausbau des Ortes erfolgte zunächst ohne die Berücksichtigung der fortschreitenden Dünenerosionen im Westen und Nordwesten, da Anfang des 19. Jahrhunderts noch ausreichend breite Dünenketten vorhanden waren. Wesentlich geprägt wurde die morphologische Entwicklung des Westteils der Insel durch die großräumigen Gestaltungsvorgänge zwischen Juist, Norderney und Baltrum, über die allerdings Mitte des 19. Jahrhunderts nur wenig bekannt war. Während um 1750 die Sandversorgung des nordwestlichen Inselteils noch ausreichend war, verschlechterte sich die Situation durch das

Verschwinden der ehemaligen Insel Buise, die zwischen Juist und Norderney lag, dem ein Wachsen der Insel Juist nach Osten folgte, sowie dem Längenwachstum der Insel Norderney am Ostende als Folge des starken Abbruches der Insel Baltrum im Westen, was zu einer beträchtlichen Zunahme des Einzugsgebietes des Norderney Seegats führte, und die fortschreitende Vertiefung dieses Seegats bewirkte. Die Platenwanderung wurde durch den zunehmenden Ebbstrom des Seegates so beeinflusst, daß sich der Anlandungspunkt der Platen immer weiter nach Osten verschob. Zwischen 1825 und 1854 hatte der nordwestliche Dünengürtel um ca. 200 m abgenommen. Bereits 1826 wird berichtet, daß jedes die ordinäre Flut übersteigende Wasser am Dünenfuß der Nordwestdünen stehe. Die in kurzen Zeitabständen vorgernommene Dünenbaumaßnahmen aus Busch-Sandfangzäunen und Helmpflanzungen führten auf dem schmalen Strand nicht zum Erfolg. Bereits 1834 regte die zuständige Wasserbaumspektion in Norden an, „nach dem Muster der Holländer“ den Strand durch Buhnen gegen die Strömungsbeanspruchung durch das Seegat zu schützen. Wegen der zu hohen Kosten wurde von einer Umsetzung des Projektes abgesehen. Im Jahre 1846 wurden ein Herrenbadestrand bei der Georgshöhe zwei Buschbuhnen von jeweils ca. 40 m Länge errichtet, die jedoch bereits im Dezember 1847 in größeren Teilen wieder zerstört wurden. Die Sturmflut der Silvesternacht 1854/55 verursachte einen Dünenabbruch von 80 Fuß (ca. 25 m), an einigen Stellen sogar bis zu 160 Fuß an der West- und Nordwestseite der Insel. Tolle beschreibt die Situation wie folgt: „... so daß im Jahre 1855 das Dorf nur noch durch eine einzige, und zwar sehr schmale Dünenreihe vom Strande getrennt, die Gefahr für dasselbe und für die Gebäude der Badeanstalt bei wiederkehrenden Sturmfluten also eine höchst drohende war. Erhaltung der übriggebliebenen Dünenrümpfer war also das Erste und Nothwendigste, was erstrebt werden mußte, um den westlichen Teil vor einem nahen Untergange zu schützen“.

Um die bedrohteste Stelle östlich der Matrienhöhe zu schützen, wurde zunächst ein in nord-östlicher Richtung verlaufender Sanddeich errichtet. Wegen der geringen Strandbreiten und den Erfahrungen der Strömungs- und Wellenbelastung wurde den Verantwortlichen schon damals deutlich, daß allein durch Sandfang- und Dünenbaumaßnahmen kein ausreichender Schutz zu erzielen sei, weshalb 1856 der Wasserbaudirektion Hannover der Plan für ein massives „Stein-Revêtement“, ein Dünendeckwerk, vorgelegt wurde. Eine Verlegung des Ortes kam wegen der Höhe der geschaffenen Werte nicht mehr in Frage.

Im Jahre 1857 wurde mit der Ausführung der Planungen begonnen. Die Gesamtlänge des Bauwerkes, welches von der heutigen Buhne D bis zur Buhtie E1 verläuft, war auf eine Länge von 975 m projektiert. Wesentliche Merkmale dieser Konstruktion war das doppelt gekrümmte, im Vergleich zu andern später ausgeführten Konstruktionen relativ flach angelegte Profil, welches später gemeinhin als Norderneyer S-Profil bezeichnet wurde. Verwendet wurden Kohlesandsteinquadern, die auf einer Kleibettung aufgesetzt waren. Am unteren Fußpunkt wurde als

Sicherung eine Pfahlwand ausgeführt. Der obere Abschluß des S-Profiles wurde am Scheitelwasserstand der Sturmflut vom 3./4. Februar 1825 auf NN + 4,36 m bemessen, während deren Fußpunkt auf Höhe der „gewöhnlichen Sturmflut“, ca. 1,50 m über dem damaligen mittleren Hochwasser auf Höhe des vorhandenen Strandniveaus angelegt war.

Das im Jahr 1857 bereits auf ca. 380 m Länge fertiggestellte Deckwerk wurde durch Sturmfluten vom Januar und Februar 1858 schwer beschädigt. Wegen einer unzureichenden Sicherung und Stabilität des Deckwerksfußes hatte sich dieser auf mehr als der Hälfte der Strecke seewärts geneigt und dadurch eine Verkippung der ansonsten nicht gesicherten Quadersteine bedingt. Aus der Erkenntnis heraus, daß die Deckwerkskonstruktion zwar die Düne geschützt hatte, selbst aber schweren Schaden genommen hatte, wurde diese verstärkt, wobei die Form des Profils beibehalten wurde. Die Fußsteine der Mauer wurden jetzt auf einen Betonsockel aufgesetzt und der übrige Teil der Quader auf ein Bett von Kalksand gesetzt. Sämtliche Steine wurden mit Mörtel verbunden und die Fugen mit Zement verstrichen. Als seeseitige Kolksicherung schloß hieran eine Sandsteinquaderlage auf einer Faschinenlage an, die durch Pfähle gesichert war. Oberhalb des S-Profiles wurde als Sicherung gegen Hinterspülung eine lange Steinplatte und daran eine schwach geneigte, auf Klei gelegte Klinkerpflasterung von ca. 4,70 m Breite ausgeführt. Die Dünen wurden an die Neigung der Klinkerpflasterung angepaßt. Bereits im Oktober 1858 konnten die im Frühjahr begonnenen Bauarbeiten auf der gesamten Strecke abgeschlossen werden. Der Hauptteil dieses Deckwerkes, das S-Profil, ist auch in den später errichteten Anschlußstrecken bis heute als ein wesentlicher Teil der in den Folgejahren mehrfach umgebauten und erweiterten Deckwerkskonstruktion erhalten geblieben.

Wegen der zunehmenden Aufgaben zur Sicherung der Insel wurde ab 1859 ein Wasserbaubeamter ständig nach Norderney versetzt. Diesem wurden neben dem Ausbau der Buhnen und Deckwerke auch die laufenden Unterhaltungsarbeiten unter Leitung des Wasserbaudirektors in Aurich übertragen.

Mit der Errichtung des massiven Dünenschutzwerkes wurde im Jahre 1857 gezielt damit begonnen, Strand und Dünen zu vermessen. Eine erste Wiederholungsvermessung im Jahre 1859 ergab, daß sich der Strand weiter vertieft hatte. Die Tidehochwasserlinie hatte den Deckwerksfuß erreicht und dieser drohte zu unterspülen. Die Vermessungsarbeiten wurden in den Folgejahren beständig fortgesetzt und bildeten damit schon damals eine wichtige Grundlage für die Überwachung und Planung von Inselschutzanlagen. Während die Tidehochwasserlinie im Jahre 1857 noch ca. 40 m vom Deckwerkfuß entfernt war, lag sie im Winter 1861/62 an der Fußvorlage des Dünenschutzwerkes und dieses drohte zu unterspülen.

Zum Schutz des Strandes wurden im Jahre 1861 die Bühnen A und B, im Jahre 1862 die Bühne C und im Jahre 1863 die Bühnen D und D 1 errichtet. In den Jahren 1864 bis 1877 folgte der Bau weiterer 7 Bühnen mit der Erweiterung der Schutzwerke. Entgegen dem Entwurf, den der damalige Wasserbaukondukteur für Norderney, Tolle, aufgestellt hatte, wurden die Bühnen aus Kostengründen und wegen der als zu hoch eingeschätzten Risiken nicht bis zur größten Tiefe des Seetats geführt, sondern der Bühnenkopf nur auf Niedrigwasserniveau angelegt.

Die Länge der Bühnen betrug zwischen 150 - 180 m bei etwa gleichem Abstand und wurden senkrecht zur Strandlinie angeordnet. Der Hauptkörper der Bühnen besteht aus schweren Sandsteinquadern, später auch aus Basaltsäulen, auf Buschpackungen und einer Ziegelschotterschicht. Gesichert werden die Quader durch in Richtung der Bühnenachse ausgerichtete Pfahlreihen. Der Querschnitt ist leicht gewölbt und besitzt an der Bühnenwurzel ca. 6 m und am Bühnenkopf ca. 9 m Breite. Seitlich sind zur Sicherung noch jeweils ca. 3 m breite Bermen angeordnet. Dieser schwach gewölbte, schwere Bühnentyp ist als „Nordernever Bauart“ in ähnlicher Form auch auf den Inseln Baltrum, Spiekeroog und Wangerooge errichtet worden. Auf Borkum kam zusätzlich die flache und leichtere „Borkumer Bauart“ bei 12 Bühnen zwischen 1869 und 1817 zur Ausführung. Einen Überblick über die zeitliche Entwicklung des Bühnenbaus auf den Inseln gibt die nachfolgende Tabelle. Für eine detaillierte bauliche Beschreibung wird auf Tolle (1884) und Fülischer (1905) hingewiesen.

In den Folgejahren mußten wegen des sich weiter vertiefenden Strandes und einsetzender Prielbildung an den Bühnenflanken sowohl der Kopf als auch die Flanken der auf dem vorhandenen Strandniveau errichteten Bühnen verbreitert und gesichert werden. Zwischen 1898 und 1900 wurde eine Sicherung des Inselsockels durch Verlängerung von einigen Bühnen in das Nordernever Seegat hinein bis auf 20 m Wassertiefe angestrebt. Erst 1933/34 wurde dieses Ziel durch die bis zur Seegatsohle reichenden 370 m langen Zwischenbühnen ZBI und ZBII vollkommen erreicht .

Die weiterhin ungünstigen morphologischen Entwicklungen des Strandes und der Dünen machten eine Verlängerung des Dünenschutzes in südöstlicher Richtung erforderlich. Von 1864 bis 1867 wurde auf einer Länge von 525 m zwischen den heutigen Bühnen D und G eine leichte Sicherung der Randdüne in Form einer Faschinspreitlage errichtet. Dieses besaß eine Neigung von 1:4 und war auf einer mit Stroh bestickten Kleiunterlage von 50 cm Stärke, die durch kurze Pfähle und Flechtzäune gesichert war, gebettet. Wegen großer Unterhaltungsbedürftigkeit bewährte sich diese Konstruktion nicht und wurde 1883/84 durch ein Dünendeckwerk, welches im wesentlichen dem oben beschriebenen S-Profil entspricht, ersetzt.

Auch am nordöstlichen Ende des Dünendeckwerkes hielten die Erosionen der Randdünen nach dessen Bau weiter an. Hier wurde zum Schutz der Düne zwischen 1874 und 1877 ein aus den Niederlanden übernommenes Pfahlschutzwerk von 500 m Länge als ein vor der eigentlichen Randdüne gelegener Wellenbrecher errichtet. Aufgebaut ist diese leichte Bauweise aus einer oben in 2 m Höhe durchbrochenen, sonst dichten Pfahlwand, die auf der Seeseite durch eine Steinböschung und auf der Landseite durch eine Steinkiste geschützt war. Die offene Pfahlreihe sollte zum einen dazu dienen, die Wellen bei Sturmfluten zu brechen und zum anderen aber auch einen Sandtransport vom Strand zur Randdüne zu ermöglichen. Die Dezemberflut von 1894 fügte dem Bauwerk schweren Schaden zu und zerstörte es auf einer Länge von 100 m völlig. Nach einer hilfswisen Ausbesserung wurde das gesamte Pfahlschutzwerk in den Jahren 1897 bis 1899 abgerissen und durch das Norderneyer S-Profil ersetzt. Ein auf Borkum in nahezu baugleicher Form 1874 errichtetes Pfahlschutzwerk bewährte sich ebenfalls nicht, wurde schon 1881 zerstört und durch ein massives Dünendeckwerk ersetzt.

Damit waren auf Norderney um die Jahrhundertwende bereits 2 km massives Dünendeckwerk und 12 Buhnen erstellt. Im 20. Jahrhundert erfolgte wegen der fortschreitenden negativen Entwicklungen der Strände und Dünen eine phasenweise Erweiterung der Schutzwerke auf die heutige Ausbaulänge.

Insel	Beginn des Baues von Dünenschutzwerken	Massives Deckwerk (km)		Pfahlwerk (km)		Beginn des Buhnenbaus	Massive Buhnen (Anzahl)	
		1900	1997	1900	1997		1900	1997
Borkums	1874	2,0	6,5	-	-	1869	21	35
Juist	1913	-	1,4 (*)	-	-	1914	-	7 (*)
Norderney	1857	2,0	4,7	0,5 (1)	-	1860 (2)	12	32
Baltrum	1873	-	1,7	1,8	0,2	1873	14	14
Spiekeroog	1874	1,6	1,9	0,8	-	1873	12	12
Wangerooge	1874	3,1	5,7	-	-	1874 (3)	14	23
Summe	-	9,5	21,9	3,1	0,2	-	73	123

*) = versandet
1) = 1897 - 99 in S-Profil umgebaut
2) = Zwei Buschbuhnen, die 1846 errichtet wurden, sind 1840 wieder zerstört worden.
3) = 10 Buschbuhnen, die zwischen 1818 und 1834 gebaut wurden, sind 1850 aufgegeben worden.

Entwicklung der Inselschutzwerke auf der Insel Spiekeroog

Die auf der Insel Spiekeroog ab 1873 ausgeführten Inselschutzwerke weisen ebenfalls eine sehr heterogene Struktur auf und unterscheiden sich in ihrer Konstruktion zum Teil erheblich von den auf Norderney ausgeführten Bauweisen. Es zeigen sich einige Parallelen zu den etwas zeitlich versetzt auf Baltrum zur Ausführung gekommenen Anlagen, wie sie z.B bei Erchinger und Ukena (1987) beschrieben sind. Da in der Literatur nur wenig Angaben über die Entwicklung der Spiekerooger Inselschutzwerke vorhanden sind wird im weiteren eine kurze chronologische Darstellung erfolgen.

Die Entwicklung des westlichen und nordwestlichen Teils der Insel Spiekeroog ist in den vergangenen Jahrhunderten durch einen starken Rückgang der Randdünen gekennzeichnet. Backhaus rekonstruiert an Hand historischer Karten, daß der Westteil der Insel zwischen 1800 und 1840 um 400 m und zwischen 1840 und 1866 um weitere 250 m abgenommen hat. Gleichzeitig hat die Insel im Osten und im Südwesten zugenommen. Der durch die fortdauernde Erosion lückenhaft gewordenen Dünenkette begegnete die hannoversche Regierung im Jahre 1832 durch den Bau eines Sanddeiches. Schwere Sturmfluten von 1868 brachten mehrere tiefreichende Einbrüche in die Randdüne.,so daß bereits 400 m östlich des hannoverschen im Jahr 1869 ein neuer Sanddeich errichtet werden mußte. Zugleich wurden westlich des Deiches verstärkt Sandfangmaßnahmen durch Setzen von Buschzäunen durchgeführt, um die Dünenbildung zu verstärken. Die Dünenabnahme hielt jedoch weiter an, so daß im nordwestlichen Dünenbereich 1874 eine Steinböschung auf ca. 540 m Länge nach dem 1873-75 ausgeführten Baltrumer Muster angelegt wurde. Diese bestand im wesentlichen aus einem hölzernen Pfahl- und Bohlwerk mit einem steilen Bruchsteinpflaster auf Kleisoden und Vorlagen von auf Busch gelagerten Steinquadern sowie einer oberhalb anschließenden Buschspreitlage. In die Vorlagen eingebunden wurden die ab 1873 errichteten Bühnen A bis F ähnlich der Norderneyer Bauart. Da sich das Längs- werk in Sturmfluten vom Januar 1877 und März 1878 nicht bewährte, wurde es unter Verwendung der vorhandenen Materialien und der Bohlwände 1879/80 in ein doppelt gekrümmtes Profil umgebaut, welches in dieser Form nur auf Spiekeroog ausgeführt worden ist. Dieses Deckwerk ist aus auf einer 0,6 m starken Unterlage von Kalksand aufgesetzten, mit Zementmörtel verbundenen Bruchsteinen aufgebaut und nach oberhalb durch ein Klinkerpflaster gegen Hinterspülung gesichert . Nach den schweren Sturmfluten vom Dezember 1894 und Dezember 1895 wurde eine Fußvorlage und eine oberhalb an das Klinkerpflaster anschließende zweite Berme ergänzt. Nach einer teilweisen Zerstörung in der Sturmflut vom Februar 1962 ersetzt jetzt ein 1:4 geneigtes Rauhdeckwerk die damalige Konstruktion.

Die fortschreitend negativen Entwicklungen waren der Anlaß für den Bau eines Pfahlwerkes im nördlichen und im südlichen Anschluß an das Deckwerk in den Jahren 1878 bis 1882. Der nördliche Teil hatte eine Länge von 95 m und der südliche von 707 m. Die im Vergleich zur Norderneyer Bauweise verstärkte Ausführung mit einem massiven Unterbau aus Kalksand und in Beton gesetztem Bruchsteinpflaster war gleichzeitig Baumuster für die ab 1883 auf Baltrum ausgeführten Anlagen. Parallel dazu wurden 1879/80 die Bühnen AA bis AC zur Sicherung des Strandes und 1881/83 ein Sanddeich rückwärtig des Pfahlwerkes errichtet. Das sehr unterhaltungsbedürftige Pfahlwerk war wegen der stark wechselnden Strandsituation auf Grund der für Spiekeroog typischen phasenweisen Platanlattungen später in Teilstrecken nahezu völlig von Sand bedeckt und mußte 1936/37 nach Freispülung wegen Abgängigkeit durch ein Steilprofil aus Stahlspundwänden, die sogenannte „Schumacherwand“ ergänzt werden.

In den Jahren 1881 bis 1883 wurden der 238 m lange südwestliche Abschluß der Dünenschutzwerke als ein doppelt gekrümmtes, relativ steiles Profil aus Sandsteinquadern auf einem Kalksandunterbau und davor die Bühnen AE und AF errichtet. Diese Deckwerkskonstruktion hat bis heute Bestand und wird wegen der Herkunft der Steine und der von dort für die Verlegung beschäftigten Arbeiter „Hessenwand“ genannt.

An den südwestlich an das Deckwerk anschließenden Süderdünen zeigte sich schon vor 1904 eine vermehrte Erosion der Randdünen. Eine errichtete leichte Buschbühne sowie ein leichtes Längswerk wurden von der fortschreitenden Erosion rasch wieder verstört. Im Jahre 1916 wurden dann zwei ebenfalls leichte Buschbühnen (Hilfsbühnen I und II) und ein 100 m langes an das Deckwerk anschließendes Längswerk bestehend aus einer Buschpackung mit Steinbelastung errichtet. Diese später längere Zeit unter Sand gelegenen Werke sind auf Grund der zur Zeit sehr ungünstigen Strandsituation seit langem das erste Mal wieder sichtbar geworden. In Gegensatz zu Norderney ist damit die Sicherung der Insel Spiekeroog durch massive Bauwerke schon 1883 abgeschlossen worden. Alle weiteren Arbeiten konzentrierten sich auf eine Verstärkung, eine Sicherung oder einen Umbau der Inselchutzanlagen.

Überblick über die Entwicklung der Inselfchutzanlagen auf den ostfriesischen Inseln

Der Beginn des Baues von massiven Inselfchutzwerken zum Schutz von Dünen und Stränden ist in Tabelle (Seite 4) zusammenfassend dargestellt. Nachdem zunächst auf dem zum damaligen Königreich Hannover gehörigen Norderney 1858 mit dem Bau von Inselfchutzanlagen begonnen worden war, folgten unter preußischer Regierung Bauten auf Baltrum und Spiekeroog ab 1873, Borkum ab 1874, und dem oldenburgischen Wangerooge ab 1874. Die Wasserbauingenieure der damaligen Zeit gingen davon aus, daß die durch Strömungs- und Seegangsbeanspruchung verursachte Erosion von Stränden und Randdünen durch den Bau fester Schutzwerke endgültig verhindert werden könnte. Kenntnisse der großräumigen morphologischen Gestaltungsprozesse, der Sedimenttransportmechanismen und auch der negativen Folgewirkungen von festen Bauwerken an sandigen Küsten wie der Lee-Erosion und der Wellenreflexion waren noch nicht ausreichend bekannt. So mußten auf Borkum, Norderney und Wangerooge die Anlagen auch in diesem Jahrhundert noch erheblich erweitert werden. Erst mit der Anwendung von Strandaufspülungen zum Schutz sandiger Küsten, beginnend auf Norderney 1951, wurden Techniken entwickelt, mit Hilfe derer es möglich war, erosionsbedingte Sandverluste so auszugleichen, daß der Schutz von gefährdeten Inselteilen sichergestellt werden konnte. Die Erhaltung der bestehenden Schutzwerke wird aber wegen ihrer großen Bedeutung für die Sicherung der West- und Nordwestteile aller Ostfriesischen Inseln nur Ausnahme von Juist und Langeoog auch weiterhin eine wichtige Aufgabe für die Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Niedersachsen darstellen.

Inselschutz in Niedersachsen

von Frank Thorenz

Zusammenfassung und Ausblick

Der Sturmflutschutz auf den Ostfriesischen Inseln wird durch einen Ring von überwiegend wattseitig orientierten Hauptdeichen und seeseitig liegenden Schutzdünen als gesetzlich definierten Küstenschutzelementen gewährleistet. Schutzdünen haben zusätzlich die Funktion, den Bestand der Inseln zu sichern. Das technische Konzept zur Erhaltung der Funktionalität der Schutzdünen ist dabei abhängig von der jeweiligen Sedimentversorgung des Strandes und den bereichsspezifische formulierten Schutzziele. In durch massive Bauwerke geschützten Bereichen - dieses sind überwiegend die Ortslagen auf den Inseln - wird die vorhandene Küstenschutzlinie erhalten und die Bauwerke den jeweiligen Belastungen angepasst. In Dünenbereichen kommen unterschiedliche Konzepte zur Ausführung, die ein größeres Maß an Flexibilität ermöglichen. Diese reichen von einer Sicherung der vorhandenen Küstenlinie durch die künstliche Zufuhr von Sediment bis hin zu einem Zulassen der Erosion unter Sicherstellung der Sturmflutschutzfunktion durch Verstärkung der Schutzdünen. Die Entwicklung von mittel- bis langfristigen Konzepten für die Sicherstellung des Küstenschutzes zunächst für Inselbereiche, in denen eine langfristig negative Sedimentbilanz vorherrscht, bildet einen Schwerpunkt der konzeptionellen Planungen. Für langfristige Inselschutzplanungen werden die Auswirkungen von zu erwartenden Klimaveränderungen von Bedeutung sein. Hierfür stellt die Erfassung morphologischer, hydrologischer und sedimentologischer Größen und die Analyse von deren Veränderungen eine wichtige Basis für die Schaffung von Planungsgrundlagen dar. Die dauerhafte Freihaltung von für Küstenschutzzwecke ausgewiesenen und zukünftig notwendigen Flächen von Bebauung und sonstigen nur schwer revidierbaren Nutzungen sowie der Verbleib solcher Flächen in Landeseigentum besitzt vor dem Hintergrund, auch zukünftig eine notwendige räumliche Flexibilität für die Umsetzung von Küstenschutzplanungen sicherzustellen. eine besondere Bedeutung.

Der Investitionsbedarf für die Erhöhung und Verstärkung der Küstenschutzanlagen auf den Ostfriesischen Inseln gemäß den Vorgaben des Niedersächsischen Küstenschutzprogramms (Stand 01.01.2004) beträgt noch ca. 154 Mio. Euro.

Eine intensive Abstimmung der Anforderungen des Küstenschutzes mit den Zielsetzungen des Naturschutzes im Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ und der touristischen Nutzung der Inseln wird, wie auch ein schonender Umgang mit Ressourcen, wegen der Kleinräumigkeit der Inseln auch in Zukunft von großer Bedeutung im Sinne eines integrierten Managements sein. Durch die Umsetzung von problemorientierten Kommunikationskonzepten kann eine hohe Akzeptanz bei den Betroffenen für die Umsetzung von Küstenschutzmaßnahmen erzielt werden.

Einleitung

Der Niedersächsischen Festlandsküste sind zwischen Ems- und Jademündung die Ostfriesischen Inseln vorgelagert. Vorgänger der heutigen Inseln haben sich im Zuge des nacheiszeitlichen Meeresspiegelanstieges als sandige Barriereinseln gebildet und waren seitdem ständigen Veränderungen unterworfen. Das Alter der Inseln kann sicher auf etwa 2000 Jahre bestimmt werden. Die Inseln sind durch Seegaten getrennt, über welche während jeder Tide große Wassermengen in die südlich der Inseln gelegenen Wattbereiche ein- und ausströmen.

Die Inseln, Seegaten und Watten stellen ein hochdynamisches System dar, welches komplexen klein- und großräumigen hydromorphologischen Prozessen unterworfen ist. Vorstrand- und Stranderosionen führten in den vergangenen Jahrhunderten zu Dünenabbrüchen, Dünendurchbrüchen und dem vollständigen Verschwinden von Inseln. Die damaligen technischen Möglichkeiten und Kenntnisse reichten nicht aus, um bedrohte Siedlungsbereiche ausreichend zu schützen. Ortschaften mussten deshalb zum Teil mehrfach verlegt oder aufgegeben werden. Beginnend mit der Gründung des ersten Seeheilbades an der deutschen Nordseeküste auf Norderney im Jahre 1797 hat sich auf allen Ostfriesischen Inseln der Tourismus bis in die Gegenwart als ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor entwickelt. Heute ist die Insel Norderney neben Cuxhaven der meistfrequentierte Ferienort an der niedersächsischen Küste. Zur Sicherung der geschaffenen Werte vor Sturmfluten und Küstenerosion wurden beginnend in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Westköpfe aller Inseln mit Ausnahme von Juist und Langeoog durch massive wasserbauliche Anlagen festgelegt und nachfolgend erweitert.

Maßnahmen des Inselfschutzes werden zu einem großem Teil in einem Naturraum umgesetzt, der einen besonderen naturschutzfachlichen Wert aufweist sowie durch europäische und nationale Rechtsvorschriften geschützt ist. Zudem sind im Zeitraum vom Frühjahr bis Herbst, wenn Küstenschutzmaßnahmen umgesetzt werden, Zielkonflikte mit den Anforderungen des Tourismus vorhanden.

Gesetzliche Grundlagen

Belange des Küsten- und Hochwasserschutzes werden in Niedersachsen durch ein eigenständiges Fachgesetz, das Niedersächsische Deichgesetz (NDG), geregelt. Dieses enthält Legaldefinitionen für Küstenschutzanlagen, deren Bestimmung und legt Zielsetzungen des Küstenschutzes fest. Als wesentliche Elemente des Küstenschutzes auf den Ostfriesischen Inseln sind gemäß dem NDG zu nennen:

- Hauptdeiche (§ 2(1)NDG) sind Deiche, die dem Schutz eines Gebietes vor Sturmflut zu dienen bestimmt sind,
- Schutzdünen (§ 2(4)NDG) sind Dünen, die dem Schutz eines Gebietes vor Sturmflut dienen oder den Bestand einer Insel sichern,
- Deichvorländer (§ 21 NDG) dienen dem Schutz des Hauptdeiches
- Buhnen, Deckwerke und Lahnungen dienen als Sicherungs- bzw. Schutzwerke (§§ 4 u. 5 NDG) der Hauptdeiche, Schutzdünen und Deichvorländer.

Ziel des Inselbuchens ist es, Siedlungsräume vor Sturmfluten zu schützen und den Bestand der Inseln zu sichern. An der Nordseite der Ostfriesischen Inseln finden sich natürliche Randdünenketten mit Breite von ca. 200 bis 400 m. Diese sind als Schutzdünen flächenhaft gewidmet. Weiter im Inselinneren sind in der Regel keine geschlossenen Dünenzüge vorhanden. Für die niedrig liegenden Wattseiten der Inseln stellen Hauptdeiche den Sturmflutschutz sicher. Dünen und Hauptdeiche bilden geschlossene Ringe um die zu schützenden Bereiche. Für die Gewährleistung des Bestandes der Inseln sind einzelne Dünenzüge außerhalb dieses Rings zusätzlich als Schutzdünen gewidmet. In Sturmfluten bilden die Ostfriesischen Inseln ein natürliches Barriersystem gegen den aus dem Küstenvorfeld einlaufenden Seegang. Durch die Platen, Vorstrände und Inseln wird ein erheblicher Teil der Seegangsenergie abgebaut und die Seegangsbelastung der Festlandsküste verringert. Im östlichen Teil vieler Inseln sind keine Küstenschutzanlagen vorhanden. Hier besitzen die naturschutzfachlichen Zielsetzungen der natürlichen Dynamik für den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ Priorität .

Sicherstellung des Sturmflutschutzes in Schutzdünenbereichen

Dünenbereiche und die vorgelagerten Strände sind durch hochdynamische hydrologische und morphologische Verhältnisse geprägt. Die Wahl von technischen Konzepten für die Sicherstellung der Funktionalität von Schutzdünen als Küstenschutzelement muss deshalb auf diese Anforderungen abgestimmt sein. Ein prägendes Element stellt der litorale Sedimenttransport, welcher eine dominierende wert-östliche Komponente aufweist, dar. An den Seegaten wird dieser durch die mit jeder Tide ein- und ausströmenden Wassermassen beeinflusst, wodurch die hochdynamischen Ebbdeltas der Seegaten, ein System aus hochliegenden Sandplaten, induziert werden. Die Anlandung von Sandplaten stellt einen diskontinuierlichen Prozess dar, welcher einer starken zeitlichen und örtlichen Variabilität unterliegt und deshalb zu stark schwankender Sedimentversorgung führt. Westlich der Anlandungsbereiche der Sandplaten des Ebbdeltas herrscht an den Inselstränden häufig eine negative Sedimentbilanz vor, welche eine Erosion der Vorstrand- und Strandbereiche und daraus resultierend einen Abbruch der Randdünen während Sturmfluten verursacht. Diese Bereiche sind heute überwiegend durch Deckwerke und Bühnen gesichert. Östlich des Anlandungsbereiches bedingt die Sedimentzufuhr oft eine insgesamt ausgeglichene oder positive Sedimentbilanz, welche zu breiten und hohen Stränden sowie stabilen oder wachsenden Dünen führt. Zudem kann die großräumige Verlagerung von Rinnen langfristige Erosionen hervorrufen, wenn sich diese Rinnen einer Insel stark annähern. Technische Schutzkonzepte für Schutzdünen und die vorgelagerten Strände müssen sich deshalb an den Sedimentbilanzen und der Entwicklungstendenz dieser Bereiche orientieren.

Insel	Jahr	Einbaumenge (Kubikmeter)	Einbaustrecke (m)
Borkum	1994	52.000	250
	1996	20.000	150
Juist	1985	110.000	300
	1994	193.000	800
	2000	130.000	450
	2004	ca. 130.000	470
Langeoog	1998-2000	220.000	1.000
Wangerooge	1994	123.000	900
	2004	ca. 40.000	550

Langfristig negative Sedimentbilanz

Durch massive Bauwerke geschützte Bereiche

Bereits im Jahr 1857/58 wurde auf Norderney begonnen, langfristig auftretenden Erosionen der Randdünen und der Strände an der Westseite der Insel durch den Bau von massiven Schutzbauwerken wie Deckwerken und Bühnen zu begegnen. Die ursächlichen hydromorphologischen Prozesse und die Wechselwirkungen von Bauwerken mit diesen waren damals noch weitgehend unbekannt. An den Westköpfen aller Inseln mit Ausnahme von Langeoog und Juist sind bis Ende des 19. Jahrhunderts schwere Inselschutzanlagen errichtet worden. Diese sind in der Folgezeit auf Grund fortschreitender Erosion und Sturmflutschäden kontinuierlich in Küstenlängs- und Querrichtung erweitert und verändert worden. Sie stellen heute den Sturmflutschutz für die inselseitig meist unmittelbar angrenzenden intensiv genutzten Siedlungsbereiche dar. Ziel ist es, die Anlagen zu erhalten und ggf. neuesten technischen Erkenntnissen anzupassen. Hierfür steht teilweise nur ein sehr beschränkter Raum seeseitig der vorhandenen Bebauung zur Verfügung. Dieser ist als Küstenschutzanlage gewidmet und darf nur zu Zwecken des Küstenschutzes genutzt werden. Andere Nutzungen unterliegen den strengen Genehmigungsvorbehalten des NDG. Die abschnittsweise sehr beengten Platzverhältnisse am Westkopf der Insel Norderney erfordern zur Verstärkung des Deckwerkes aufwendige Sonderkonstruktionen. Dieses unterstreicht die Notwendigkeit einer Vorhaltung von Planungsräumen für zukünftige Küstenschutzmaßnahmen.

Ergänzend werden am Westkopf der Insel Norderney Strandaufspülungen zur Sicherung der Bauwerke durchgeführt, wenn ein Mindeststrandvolumen unterschritten wird. Insgesamt sind seit 1951 10 Strandaufspülungen mit einem Gesamtvolumen von 4,7 Mio. Kubikmeter umgesetzt worden. Die jährliche Sedimentverlustrate beträgt für diesen Bereich im Mittel ca. 100.000 Kubikmeter.

Bereiche ohne massive Bauwerke

In langfristig erodierenden Schutzdünenbereichen wird differenziert, ob mit der Erosion eine Gefährdung der Küstenschutzziele verbunden ist oder nicht. Ist es erforderlich, die vorhandene Küstenlinie zu sichern, erfolgt dieses durch Strand- oder Vorstrandauffüllungen, welche das Sedimentdefizit ausgleichen. In Einzelfällen können auch massive Konstruktionen ggf. auch in Kombination mit Strandauffüllungen eine geeignete Lösung darstellen. Unter funktionalen Gesichtspunkten bedürfen deren langfristige Auswirkungen auf den Sedimenttransport allerdings einer intensiven Prüfung.

Ein Rückgang der Küstenlinie durch Erosion kann in begrenztem Umfang dann zugelassen werden, wenn das Schutzziel durch die verbleibenden Schutzdünen weiterhin gewährleistet wird. Oft ist eine Verstärkung der vorhandenen Dünenkette oder der Aufbau einer neuen rückwärtigen Schutzlinie durch Schließen von Dünenlücken innerhalb der Schutzdünen notwendig. Hierzu wird aus Strandbereichen mit positiver Sedimentbilanz flächenhaft Sand entnommen, welcher im Trockenverfahren zu einer naturnah und landschaftsgerecht geformten Düne aufgebaut wird. Gegen äolische Abtragung erfolgt zunächst eine initiale Abdeckung mit einer dünnen Heulage und anschließend eine sukzessive Bepflanzung mit Strandhafer. Bei sorgfältiger Auswahl der Entnahmeorte in Bereichen mit positiver Sedimentbilanz sind wegen der vergleichsweise geringen Entnahmemengen keine nachhaltigen negativen Effekte auf Strände und Dünen zu erwarten. Diese Maßnahmen stellen eine vergleichsweise kostengünstige Alternative zur Sicherstellung der Küstenschutzziele dar. Die Tabelle (Seite 11) gibt einen Überblick über die in den letzten 15 Jahren durchgeführten Dünenverstärkungsmaßnahmen.

Wechselnde Sedimentbilanz

Strandbereiche, in denen die Platen eines Ebbdeltas die in Transportrichtung liegende Insel erreichen, sind zwischen Platenanlandungen oft durch Phasen ohne ausreichende Sedimentzufuhr gekennzeichnet. Diese können starke Stranderosionen und damit verbundene Dünenabbrüche während Sturmfluten bedingen. Im Falle einer ausreichend breiten Schutzdüne und nur geringer Abbrüche werden diese zugelassen und der seeseitige Dünenfuß durch Sandfangmaßnahmen neu aufgebaut. Ist die Substanz der Schutzdüne wesentlich beeinträchtigt, werden Strand- bzw. Vorstrandauffüllungen durchgeführt, durch welche neben einer Erhöhung des Strandes auch in Einzelfällen eine Beschleunigung der Platenanlandung erreicht werden kann. Auf Langeoog mussten seit 1971 die Strände im Westen der Insel zum Schutz des Ortes und des Trinkwassereinzugsgebiets sechsmal mit insgesamt rd. 2,9 Mio. Kubikmeter Sand aufgefüllt werden.

Ausgeglichene Sedimentbilanz

In Strandbereichen mit ausgeglichener Sedimentbilanz werden Sandfangzäune am Dünenfuß gesetzt, um diesen nach Sturmfluten wieder aufzubauen und einen Verschleißkörper für den Sturmflutfall zu schaffen. Der akkumulierte Sand wird durch Initialbepflanzung mit Strandhafer stabilisiert und sorgt für eine weitere natürliche Akkumulation. Wenn ein ausreichender Sandkörper am Dünenfuß vorhanden ist, verstärkt überweht und an der Rückseite der Düne abgelagerter Sand deren Substanz.

Positive Sedimentbilanz

Strandbereiche mit langfristig positiver Sedimentbilanz erfordern im Regelfall keine Sandfangmaßnahmen am Dünenfuß, da ein hoher und breiter Strand vorhanden ist und sich eine natürliche Dünenentwicklung einstellt. Durch Sturmfluten treten am Dünenfuß meist keine Erosionen auf.

Ingenieurbiologische Maßnahmen und Dünenschutz

Die Bestandserhaltung des Dünenkörpers der Schutzdünen ist insbesondere wegen der auf den Ostfriesischen Inseln vergleichsweise geringen Dünenbreiten von meist nur wenigen hundert Metern von großer Bedeutung. Schäden an der Dünenvegetation führen zu äolischem Sandtransport zunächst durch kleinräumige Windrisse, die sich schnell zu großen Ausbläsern ausweiten und die Funktionalität der Schutzdünen massiv beeinträchtigen können. Ursachen sind oft Trampelpfade oder Wildtierbefall. Durch eine systematische Bepflanzung mit Strandhafer und das gezielte Setzen von Buschzäunen werden solche Bereiche stabilisiert. Der Strandhafer wird meist an natürlichen Standorten gewonnen und für größeren Bedarf auf Norderney auch kultiviert.

Maßnahmen des präventiven Dünenschutzes bestehen in der gezielten Information und Lenkung der zahlreichen Inselgäste. Beschilderungen, befestigte, markierte Wege und einzelne mit Aussichtsplattformen ausgestattete Dünen sowie die gezielte Überwachung und Information vor Ort sind wichtige Bausteine dieses Konzeptes. In Kooperation zwischen Küstenschutz- und Naturschutzverwaltung und den Inselgemeinden wird so bei den Inselgästen Verständnis für die Belange des Dünenschutzes und des Nationalparks „Niedersächsisches Wattenmeer“ erzeugt.

Schutz der Wattseiten

In Folge der Februarsturmflut 1962, in welcher Siedlungsgebiete auf nahezu allen Inseln überflutet wurden, begann die Erhöhung und Verstärkung der Hauptdeiche auf den Inseln. Von den ca. 35 km Hauptdeichen auf den Ostfriesischen Inseln sind heute noch ca. 11 km zu verstärken. Die Gewinnung von Kleiboden für die Deichdecke ist auf den Inseln nicht möglich. Im Zuge eines gezielten, langfristigen Managements wird gebaggerter Schlick aus der Fahrwasser- und Hafenerhaltung auf den Inseln zwischengelagert und aufbereitet, um diesen ressourcenschonend für den Deichbau einsetzen zu können. Zusätzlich benötigter Klei wird vom Festland auf die Inseln transportiert. Die mögliche Verwendung von sandigem Baggergut für den Deichkern aus der Fahrwasserunterhaltung wird intensiv mit den beteiligten Bundes- und Landesbehörden sowie Reedereien abgestimmt, um die Entnahmen aus dem Wattenmeer zu minimieren.

Die Inseldeiche sind auf 5 km Länge als scharliegender Deich und 30 km als Vorlanddeich ausgebaut. Zur Sicherung der Vorländer gegen Erosion werden derzeit auf ca. 13,6 lfd. km Küstenlänge Lahnungssysteme erhalten. Ein Ausbau des Lahnungssystems ist notwendig, um die meist künstlich gewonnenen schmalen Deichvorländer zu sichern.

Begleituntersuchungen

Als ein hochdynamisches System sind die Ostfriesischen Inseln, die Seegaten und deren Wattenzugsgebiete dauernden Veränderungen unterworfen, die direkte Rückwirkungen auf die Funktionalität der Küstenschutzanlagen und damit die Gewährleistung der Schutzziele haben können. Ebenso ist die Wechselwirkung von Bauwerken mit deren Umfeld von großer Bedeutung. Einer zielgerichteten Erfassung und Auswertung von morphologischen und hydrologischen Messgrößen mit Hilfe von spezifizierten Messprogrammen kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu, um Prozesse beurteilen und prognostizieren zu können. Wesentliche Instrumente hierfür sind

- die terrestrische Vermessung der Strände, Dünen- und Vorländer in Referenzprofilen sowie ergänzend eine flächendeckende Erfassung von besonders dynamischen Strand- und Dünenbereichen, Watt- und Vorlandflächen über flugzeuggestützte Laser-Scanner Verfahren,
- eine Erfassung der Bathymetrie durch regelmäßige Peilungen in enger Abstimmung zwischen den zuständigen Bundes- und Landesverwaltungen.
- Luftbildbefliegungen zur Analyse der Veränderung der hochdynamischen Ebbdeltas,
- die Erfassung von hydrologischen Messgrößen auch als Grundlage für den Sturmflutwarndienst.

Diese Messungen bilden die notwendige Basis für eine Überprüfung der Funktionalität von Küstenschutzanlagen sowie die Umsetzung wirtschaftlicher und nachhaltiger Küstenschutzmaßnahmen und zukünftiger Planungen.