

## Über den Wert statistischer Sturmflutanalysen und -prognosen

Von Hans Laucht

Seltene Naturereignisse haben schon immer die Wißbegier des Menschen angeregt, mit dem Ziel, zu erfahren, warum sie eingetreten sind, aber auch wann und in welcher Erscheinungsform sie wohl weiterhin auftreten werden. Dabei lassen sich astronomische oder astronomisch verursachte Ereignisse schon seit langem sehr genau vorausberechnen. Doch schon z. B. bei den Kometen, die in den Mythen der Völker eine große Rolle gespielt haben, können – sofern sie als periodisch erkannt sind – nur Zeit und Ort ihres Wiedererscheinens vorhergesagt werden, nicht jedoch die Art ihres Erscheinungsbildes. Weder Mythos noch wissenschaftliche Neugier sind indessen ausschlaggebend, wenn es sich um Ereignisse handelt, die dem Menschen und seinem Wirken offensichtlich nachteilig oder gar gefährlich werden können, deren Einflüsse er also möglichst weitgehend verhindern und abwehren muß.

Dazu gehören die *Sturmfluten* an den Küsten der Nordsee, deren Auftreten keiner erkennbaren Gesetzmäßigkeit unterliegt, infolgedessen längerfristig weder nach Zeit, Ort und Höhe vorhergesagt werden kann und deshalb in besonderem Maße spekulativen Überlegungen und Behauptungen ausgesetzt ist. Und das gerade in letzter Zeit um so mehr, als mindestens seit etwa anderthalb Jahrzehnten eine deutliche *Zunahme* der *Häufigkeit* von Sturmfluten, sogar von besonders hohen, zu verzeichnen ist. Das Verhalten der Öffentlichkeit wird dabei von zwei nichtwissenschaftlichen Motiven bestimmt: Einmal werden für die eingetretenen Schäden politisch oder juristisch Verantwortliche gesucht, um damit staatliche Schadenersatzleistungen zu begründen; zum anderen hält man das sehr komplizierte Tidegeschehen in völlig unzureichender Vorstellung für ziemlich einfach und meint dann, es ebenso einfach erklären zu können. Beides führt zu ganz unzulässigen Vergleichen und schon im Prinzip falschen Erklärungsversuchen sowie mangels ausreichenden Grundlagenwissens zu statistischen Zahlenspielen ohne oder mit nur unvollkommenem Kausalzusammenhang, die infolge der allgemeinen Zahlengläubigkeit besonders leicht Irrtümer hervorrufen. Dies vor allem dann, wenn damit noch relativ gut überschaubare Einzeleinflüsse scheinbar begründet werden. Diese Tendenz wird durch immer wieder unternommene Versuche, wissenschaftlich fundierte Gegenbeweise auf derselben Basis zu führen, nur noch verstärkt, weil dabei einiges an Wissen vorausgesetzt werden muß, was meistens nicht vorhanden ist. Das wird auch in Zukunft kaum geändert werden können.

Wenn man ferner beobachten muß, daß selbst in Fachkreisen mehr und mehr statistische Untersuchungen von Sturmfluten über allgemeine und pauschale Tendenzen hinaus mit vielerlei Aussageversuchen gemacht und immer neue scharfsinnige Überlegungen über einzelne und isoliert betrachtete Komponenten des Sturmflutgeschehens angestellt werden, dann scheint es an der Zeit zu sein, sich einmal ins Gedächtnis zurückzurufen, was Sturmflutstatistiken überhaupt hergeben können. Da niemand erwartet, man könne etwa den Zeitpunkt einer hohen Sturmflut längere Zeit im voraus bestimmen, bleiben zwei Fragen, um deren Beantwortung man sich mit großem Aufwand mittels Analysen der Entwicklungen der Vergangenheit immer wieder bemüht, nämlich Vorstellungen sowohl über die

künftigen Höhen als auch über die Häufigkeiten von Sturmfluten, besonders von extrem hohen, zu gewinnen und vielleicht sogar gesetzmäßig wirkende Abläufe zu entdecken. Dabei werden manchmal die derartige statistische Untersuchungen und Vergleiche einschränkenden, aber dennoch unabdingbaren Voraussetzungen nicht beachtet oder nicht genügend deutlich gemacht, teils aus Unwissen um die Zusammenhänge, teils, weil dann auch der unbefangene Leser von vornherein erkennen müßte, daß einige der so gewonnenen Ergebnisse fast keinen Aussagewert mehr haben.

Die Schwierigkeiten, die bei jedem Versuch ins einzelne gehender statistischer Analysen hoher Sturmfluten in der Deutschen Bucht vorhanden sind und in den meisten Fällen nicht überwunden werden können, liegen in folgenden Bereichen, die vielfach miteinander verknüpft sind:

### 1. Zahlreiche Einflußgrößen

Um eine hohe Sturmflut hervorzurufen, müssen die Wirkungen mehrerer Einflußgrößen am betrachteten Ort des Geschehens gleichzeitig auftreten. Von ihnen ist bisher nur die Eintrittszeit und Höhe der unbeeinflussten *astronomischen Tide* genau bekannt. Sie wird aus Gesetzmäßigkeiten und Erfahrungen für zahlreiche repräsentative Orte der Nordseeküste vorausberechnet. Ein günstiger Umstand ist dabei, daß wir es in der Nordsee mit einer stark ausgeprägten Halbtagstide – also dominierenden  $M_2$ -Tide – zu tun haben, so daß demgegenüber die anderen Partialtiden an Bedeutung verlieren. Die statistischen Schwierigkeiten sind demzufolge geringer als bei gemischten oder eintägigen Tideformen; sie sind aber trotzdem bei genauen Untersuchungen nicht vernachlässigbar klein und können dann auch nicht durch das Rechnen mit Mittelwerten eliminiert werden (siehe Ziff. 5).

Annähernd sicher feststellbar ist der Einfluß der *säkularen Wasserstandshebung*, wenn man nur so weit in die Vergangenheit zurückgeht, als verlässliche Meßwerte vorliegen. Die betreffenden Beträge müssen bei statistischen Vergleichen verschiedener Zeiten berücksichtigt werden. Ob man sie auch in die Zukunft extrapolieren darf, muß dagegen so lange eine offene Frage bleiben, als man die Ursache dieser Erscheinung nicht genau und voraussehbar kennt. Schon für die Gegenwart muß die Annahme einer fortgesetzten Wasserstandshebung als fragwürdig angesehen werden, weil die sehr kleinen Jahresbeträge wegen der erheblichen Schwankungen der Mittelwerte immer erst längere Zeit nachträglich einigermassen sicher nachgewiesen werden können.

Kaum noch berechenbar ist der Einfluß, den *Änderungen der Küstenmorphologie* in den vergangenen Jahrhunderten, vielleicht sogar nur Jahrzehnten, verursacht haben. Natürliche Veränderungen der Küstenlinien und der vorgelagerten Flachwassergebiete, besonders die Veränderung von Großprieln, aber auch der über Jahrhunderte betriebene Ausbau der Tideströme, müssen sich an einigen Pegelorten derartig ausgewirkt haben, daß sie bei langfristig vergleichenden Analysen hoher Sturmfluten nicht vernachlässigt werden dürfen. Das trifft in noch stärkerem Maße auf die Beeinflussung hoher Sturmflutwasserstände durch *Deichbrüche und Überflutungen* zu, die in früheren Zeiten in weit stärkerem Umfang aufgetreten sind als gegenwärtig. Sie müssen teilweise sehr erheblich, aber je nach Umfang, Art und Ablauf auch auf sehr verschiedene Weise zur Verminderung der Scheitelwasserstände beigetragen haben. Die entsprechenden absoluten Werte lassen sich nachträglich nicht mehr ermitteln, weil man keine ausreichenden Daten für Modellversuche oder -rechnungen hat.

Natürlich für frühere Zeiten ebenfalls nicht nachvollziehbar ist die Hauptursache

aller Sturmfluten, das Wettergeschehen. Und selbst in neuerer Zeit gelingt dies erst, seitdem großräumige, lückenlose und objektive meteorologische Aufzeichnungen über Nordsee, Nordmeer, Nordatlantik und darüber hinaus gemacht werden. Örtlich begrenzte oder subjektive Angaben über die Windverhältnisse bei Sturmfluten vor etwa der Mitte dieses Jahrhunderts nützen wenig, weil sie – selbst wenn sie in günstigen Fällen in physikalisch einigermaßen richtige Werte umgesetzt werden können – stets nur einen Teil des Gesamteinflusses aus großräumiger Windrichtung, -dauer und -stärke, nämlich den des örtlichen Windes, wiedergeben und wesentliche Einflußbereiche außer Betracht bleiben. Erst in jüngerer Zeit konnte nachgewiesen werden, daß sich die gesamte Windwirkung, die sich in dem Stau an einem Küstenort zeigt, über großen Teilen der Nordsee summiert, wobei die drei genannten Windkomponenten optimal wirken und überdies noch mit einer ungünstigen Tidezeit zusammenfallen müssen, wenn ein Extremfall eintreten soll. Aus der Tatsache, daß diese meteorologisch verursachten Stauerscheinungen mehrere Meter zur Erhöhung des Thw beitragen können, wobei das Gesamtmaß der Erhöhung mit großen Schwankungsbreiten schon von kleinen Änderungen jeder einzelnen Komponente abhängt, dürfte zur Genüge erhellen, daß statistisch-analytische Betrachtungen hoher Sturmfluten ohne die für die Vergangenheit gar nicht mehr mögliche Einbeziehung der Großwetterlage kaum mehr als ein Herumrätseln an den Symptomen darstellen. Das war im wissenschaftlichen Sinne nur so lange hinzunehmen, als die meteorologischen Ursachen noch nicht voll erfaßt werden konnten.

Wie sich der Einfluß des Wettergeschehens heute wenigstens nachträglich und meist schon kurz vor Eintritt einer Sturmflut erklären und bestimmen läßt, so trifft das auch für manche, aber leider noch nicht für alle Schwingungsercheinungen in der Nordsee zu. Es kann sich dabei um Fernwellen aus dem Atlantik und um Schwingungen in der Nordsee selbst handeln, deren Ursachen z. B. Luftdruckunterschiede, plötzliche Veränderungen der Windverhältnisse, Eigenschwingungen u. a. sein können. Sie überlagern sich mit Laufzeiten oder Perioden, die von denen der astronomischen Tide völlig abweichen, auf sehr verschiedene Weise, werden bei ihrem Lauf durch die Nordsee infolge der Küsten- und Tiefenverhältnisse verzerrt und können daher mancherlei Überraschungen ergeben. Bekanntlich traf bei der Sturmflut am 16./17. Februar 1962 der größte Windstau in Cuxhaven mit einer die Ostküste Schottlands und Englands südwärts entlanggelaufenen Fernwelle zusammen, die rd. 80 cm Wasserstandserhöhung brachte. Man sollte sich aber künftig nicht darauf verlassen, daß es sich hierbei nur um Fernwellen handelt, die an Schottlands und Englands Küsten rechtzeitig zu erkennen sein müßten; vielmehr können es wahrscheinlich auch interne Schwingungen in der Nordsee sein, von denen wir noch wenig wissen. Deshalb läßt sich lediglich vermuten, daß es sich im Vergleich zu 1962, wo nachgewiesenermaßen eine Fernwelle erheblich beteiligt war, am 3. Januar 1976 außer um den Windeinfluß noch um andere zusätzliche Ursachen für den sehr hohen Wasserstand in der Deutschen Bucht gehandelt haben kann.

Dies um so mehr, als 1962 eine sehr starke Füllung des gesamten Flutraumes der Nordsee während der Vortiden als besonders ungünstige Ausgangslage festgestellt werden konnte, was 1976 nicht der Fall war. So hatte z. B. die Vortide in der Nacht vom 2. zum 3. Januar in Cuxhaven ein bemerkenswert niedriges Tnw, aus dem heraus dann – sozusagen in einem Zuge – die höchste bisher beobachtete Sturmflut in der Elbe aufstieg. Hierbei mag zusätzlich die bekannte Erscheinung des sog. *overshooting* mitgespielt haben, die in der ersten Zeit einer starken Windwirkung einen höheren Windstau verursacht, als er sich bei längerem Einwirken dann stationär ausbildet. Dies hängt jedoch wieder von den Windverhältnissen im Zeitverlauf ab.

Nach all dem ist jede Beurteilung einer Sturmflut nach ihren wirksamen Anteilen an der Küste mit großen Unsicherheiten behaftet, was sich natürlich bei Betrachtungen der Verhältnisse in den Ästuarien und Tideströmen fortsetzt. Das ebenso pauschale wie unzulängliche Zusammenfassen sämtlicher Einzelwirkungen außer den astronomischen in den sog. Windstaukurven, die überdies noch eine unzutreffende Bezeichnung haben, zeigt die Fragwürdigkeit darauf beruhender Interpretationen. Demgegenüber können jedoch die in den Tideströmen noch hinzukommenden weiteren Einflüsse mittels zahlreicher, bewährter Untersuchungen hinreichend genau ermittelt werden. Dies trifft vor allem zu für den Einfluß des Oberwasserabflusses und für alle Arten künstlicher Baumaßnahmen im Wasserlauf selbst wie auf seinen Vorländern, mit einigen Einschränkungen auch für den Windschub über dem Tidestrom selbst. Es ergeben sich daher auch hier recht komplexe Abhängigkeiten, die nicht zulassen, die Pegelwerte an einem Tidestrom etwa linear miteinander zu vergleichen.

## 2. Ungleiche Wirkung von Einflußgrößen

Die überragende Bedeutung des Wettergeschehens für das Entstehen hoher Sturmfluten wurde vorstehend nochmals deutlich gemacht. Das großräumige Zusammentreffen besonders wirkungsvoller Verhältnisse der drei Windkomponenten (Richtung, Stärke, Dauer) über weiten Gebieten der Nordsee mit einem astronomischen Thw an irgendeinem Ort der Küste kann schon allein eine hohe Sturmflut herbeiführen, wobei dieser Begriff im Rahmen dieser allgemeinen Betrachtung nicht solche Bedeutung haben soll, daß er eigens definiert werden müßte. Wenn gleichzeitig weitere Einflüsse wirksam werden, wird eine Sturmflut noch höher ausfallen. Allerdings wird die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Zusammentreffens mehrerer seltener Einflüsse um so geringer, je mehr davon in Betracht gezogen werden, ohne daß sich allerdings hierfür bisher aus den Betrachtungen hergeleitete Gesetzmäßigkeiten angeben lassen.

Außerdem dürfen die Wirkungen der verschiedenen Einflüsse nicht einfach addiert oder subtrahiert werden, wenn man ihre – wenn auch meist geringeren – Anteile im einzelnen erfassen oder voneinander trennen will. Wegen der Verschiedenheit der physikalischen Bedingungen überlagern sich die Wirkungen der Einflußgrößen, die hohe Sturmfluten hervorrufen, zeitlich und örtlich auf so vielfältige Weise, daß der Ablauf keiner Sturmflut dem einer anderen gleicht. Bestenfalls sind Ähnlichkeiten zu entdecken, die es vielleicht ermöglichen, sie zu einigen Gruppen zusammenzufassen; dazu genügen aber die Scheitelwasserstände nicht, und es bleibt ohnehin fraglich, ob dies sinnvoll wäre. Ganz unsinnig ist jedoch das leider manchmal zu beobachtende Bemühen, die Scheitelwasserstände hoher Sturmfluten zum Beweis behaupteter Abhängigkeiten heranzuziehen, ohne dabei die physikalischen Beziehungen konsequent zu beachten.

## 3. Unzureichende und ungenaue Daten

Aus früheren Zeiten stammende Daten hoher Sturmfluten sind für analytische Betrachtungen unzureichend, weil sie allenfalls Scheitelwasserstände angeben, aber nicht den zeitlichen Ablauf im Vergleich zur astronomischen Tide rekonstruieren lassen. Sie sind überdies meistens viel zu ungenau, weil exakte Messungen auf räumlich breiter Basis erst seit einigen Jahrzehnten durchgeführt werden und sogar heute bei extremen Wasserständen

immer noch gelegentlich Schwierigkeiten machen, sei es aus rein meßtechnischen Gründen, die überwunden werden können, sei es aus Gründen der örtlichen Lage mit örtlich begrenztem Windeinfluß. Außerdem sind Daten oder Angaben aus früheren Jahrhunderten schon deshalb nicht ohne weiteres mit gegenwärtig gewonnenen vergleichbar, weil sich mit größter Wahrscheinlichkeit seitdem fast alle erwähnten Einflußgrößen auf unbestimmte Art geändert haben.

#### 4. Geringe Zahl der Daten

Will man mehr als rein statistische Häufigkeiten nachweisen, dann bedürfte es angesichts der ziemlich großen Zahl sehr verschiedener Einflußgrößen auch einer entsprechend großen Zahl genauer Daten, es sei denn, daß es vorweg gelungen wäre, einen größeren Teil der Einzeleinflüsse auf andere Weise zu bestimmen. Da dies bei Sturmfluten der Vergangenheit fast nie möglich ist, bleibt festzustellen, daß wegen der Seltenheit hoher Sturmfluten und ihrer mit der Zeit veränderlichen Einflußgrößen die Zahl der von ihnen gelieferten wissenschaftlich brauchbaren Daten noch viel zu klein ist, um auf statistischem Wege weiterzukommen.

#### 5. Rechnen mit Mittelwerten

Zur Feststellung langfristiger Entwicklungen oder Tendenzen ist es üblich und berechtigt, mit Mittelwerten zu rechnen. Die bekanntesten Beispiele dafür sind in dem hier betrachteten Zusammenhang die Bildung von übergreifenden 19jährigen Mitteln, um die unterschiedlichen Einflüsse der Mondbahnelemente auf die astronomische Tide auszuschalten, sowie das Rechnen mit mittleren Tiden, in denen sämtliche Einflüsse lediglich geglättet werden. Beides ist in vielen Fällen erforderlich, um überhaupt Ergebnisse zu erhalten. Untersuchungen auf der Basis von Mittelwerten sind aber nicht geeignet, die seltenen Ereignisse hoher Sturmfluten im einzelnen zu erklären, weil jeder Bezug auf Mittelwerte ja gerade einen Teil derjenigen Differenzen ausschaltet, auf die es beim Zusammenreffen mehrerer Einflußgrößen ankommt. Will man sie zu erfassen versuchen, müßte umgekehrt alles getan werden, um so speziell und genau wie irgend möglich vorzugehen und mindestens diejenigen Einflüsse ihrer Größe nach auszuweisen, bei denen es sich irgend machen läßt; also vor allem die astronomischen.

Diese Forderung sollte sogar einschließen, daß selbst die Einflußgröße von Spring- und Nipptiden nicht durch Mittelwerte oder pauschale Angaben ausgeklammert wird, wenn man ins Detail gehen will. Die halbmonatlichen Ungleichheiten ergeben zusammen mit den täglichen z. B. beim Thw in Cuxhaven gegenwärtig immerhin eine Schwankungsbreite von rd. 8 Dezimetern. Dabei bringt nicht jede Springtide einen wesentlichen Zuwachs an Hochwasserstand, weil auch das wieder von der Tageszeit und der jeweiligen Lage der Mondbahn abhängt.

#### Was können Sturmflutstatistiken nach alledem aussagen?

Sie können für die Vergangenheit eigentlich nur rein zahlenmäßig die Höhen der Scheitelwasserstände – diese aber nicht sehr genau – und die Häufigkeitsverteilung angeben. Wegen der vielen unbekanntenen Veränderlichen, ihrer gegenseitigen Beeinflussungen und Überlagerungen sowie des Unvermögens, diese Ursachen nachträglich im einzelnen zu analysieren, kann damit kaum mehr festgestellt werden, als daß sich die Voraussetzungen für

hohe Sturmfluten im Laufe der Zeit geändert haben müssen. Das im Verhältnis zu den zahlreichen Parametern viel zu kleine Datenkollektiv reicht nicht einmal aus, um irgendwelche speziellen Periodizitäten ermitteln zu können. Da das Wettergeschehen schon immer den bei weitem größten Anteil am Zustandekommen hoher Sturmfluten gehabt haben muß, lassen Sturmflutstatistiken für die Nordsee den Schluß zu, daß sich vor allem die *G r o ß - w e t t e r l a g e n* geändert haben müssen. Obwohl nicht nachgewiesen werden kann, warum und auf welche Weise dies geschah, kann diese Feststellung geeignet sein, andere Indizien dafür zu erhärten oder zu ergänzen; viel weiter wird sie indessen kaum führen, weil nur mit allzu wenig Beweiskraft auf wichtige Einzelheiten, wie z. B. Zugbahn, Zuggeschwindigkeit und Energiegehalt der Tiefdruckgebiete, geschlossen werden kann und weil bisher nicht bekannt ist, wie sich auch andere Einflußgrößen im Laufe der Zeit – stetig oder unstetig – geändert haben.

Einige begrenzte Fragestellungen lassen sich zwar auch bei hohen Sturmfluten statistisch bearbeiten, wenn vielleicht einmal irgendwo ganz besonders glückliche Umstände vorliegen, die es ermöglichen, einzelne Einflußgrößen für sich zu betrachten. Ganz falsch aber ist es in jedem Fall, derartige statistische Betrachtungen von vornherein zu vereinfachen, indem man einige Einflußgrößen nur deshalb vernachlässigt, weil ihr Anteil aus früheren Sturmfluten nicht bekannt ist. Solche Untersuchungen dürften kaum noch einen Sinn haben.

Geradezu gefährlich jedoch werden Aussagen über die statistische Häufigkeit hoher Sturmfluten, wenn dabei nicht immer wieder mit Nachdruck betont wird, daß sie ja nur aus den Ergebnissen der Vergangenheit gewonnen werden können und infolgedessen auch nur für die betrachtete Vergangenheit gelten. Sie dürfen auf keinen Fall als Aussage für die Zukunft angesehen werden, weil nicht zu erwarten, ja geradezu ausgeschlossen ist, daß alle wesentlichen Voraussetzungen für hohe Sturmfluten über längere Zeiträume gleich bleiben. Veröffentlichungen über die statistische Häufigkeit hoher Sturmfluten haben jedoch zum Mißverstehen beigetragen, weil gedanklich doch in die Zukunft projiziert wurde, auch wenn darauf hingewiesen wurde, daß es sich um abstrakte mathematische Zahlen handelte, mit denen nichts über den tatsächlichen Zeitpunkt des Eintritts einer neuen Sturmflut gesagt sei. Das ist zwar richtig, genügt aber zum Ausschalten gefährlicher Mißverständnisse nicht, wie die Erfahrung gezeigt hat.

So hat leider seit 1962 der publizistisch eingängige Begriff der „*J a h r h u n d e r t - S t u r m f l u t e n*“ große Verbreitung gewonnen. Er hat vielleicht gerade deshalb soviel Verwirrung gestiftet, weil er bis dahin ungefähr gestimmt hat; denn er basierte ja auf den Häufigkeiten der vorangegangenen anderthalb Jahrhunderte. Er muß heute als überholt betrachtet werden, weil

- a) statistische Betrachtungen über Jahrhunderte hinweg, entsprechend den vorstehenden Erläuterungen, unter der Annahme auch nur annähernd gleicher Verhältnisse sowieso mindestens sehr fragwürdig sind und
- b) nun schon kurz hintereinander mehrere angebliche Jahrhundert-Sturmfluten eingetreten sind. Nichts berechtigt zu der Annahme, daß nun einige Jahrhunderte Pause eintreten werde, weil deren „Soll“ längst erfüllt ist. Man muß im Gegenteil erkennen, daß die veränderten meteorologischen Verhältnisse voraussichtlich einstweilen weiter so kritisch bleiben werden, daß mit größeren Häufigkeitswerten zu rechnen ist.

Nach alledem sollte nicht einmal mehr der Anschein erweckt werden, als könne man durch statistische Kunstgriffe frühere Sturmfluten zu irgendeiner Voraussage für künftige Situationen heranziehen. Wir alle, die wir uns fachlich mit diesen Fragen beschäftigen, sollten viel deutlicher machen als bisher, daß auch auf diesem Gebiet, wie auf so vielen anderen, einigermaßen begründete Prognosen nicht möglich sind.

Bleiben wir lieber bei den nachweisbaren Tatsachen: Unsere heutigen Meßverfahren und Kenntnisse über die Ursachen erlauben, nunmehr neue Sturmfluten, und zwar ihre gesamten Abläufe, recht genau zu analysieren. Allerdings werden auch daraus Prognosen nicht zu gewinnen sein, aber doch bessere Erkenntnisse über die Zusammenhänge. Selbstverständlich muß es sich dabei um großräumige Betrachtungen in der Nordsee handeln, denen die Einrichtung eines Meßnetzes in der offenen See, wie es seit längerer Zeit angestrebt wird, und die Aufbereitung der damit gewonnenen Daten außerordentlich förderlich wäre. Vielleicht lassen sich dann einmal fundierte Aussagen über noch ungünstigere Zusammentreffen verschiedener Teilursachen machen, bevor die Natur mit sehr viel Zeitaufwand auch nur einen kleinen Teil ihrer Möglichkeiten demonstriert hat. Hier dürfte eine wichtige und lohnende Aufgabe im Interesse des Küstenschutzes liegen. Entscheidend wird jedoch nach wie vor sein, ob es allmählich gelingt, wissenschaftlich begründete Aussagen über das künftige meteorologische Geschehen zu machen.