

Hinweise auf eine Klimarhythmik im Holozän Mittel- und Nordeuropas

Von W. SCHUMACHER, Greifswald

1. Einleitung

Aus den stratigraphischen Untersuchungen des litoralen Akkumulationskörpers des Rustwerder (Wismar-Bucht, SCHUMACHER 1986) und unter Einbeziehung von Literaturdaten konnte für die Wismar-Bucht eine Strandlinienverschiebungskurve abgeleitet werden. Die daraus resultierende, engere zeitliche Abgrenzung der Strandwallgenese des Rustwerder zeigt, daß das Hakenwachstum phasenweise erfolgte. Diese Phasenhaftigkeit verlangt eine klimatische Deutung, denn schon KÖSTER (1961) stellte fest, daß bei den subatlantischen Vorgängen der litoralen Akkumulation eine deutliche Verknüpfung mit großklimatischen Umstellungen der atmosphärischen Zirkulation besteht.

2. Die historisch verfügbaren Sturmflutdaten

Den morphodynamischen Untersuchungen ist zu entnehmen, daß die Küstendynamik begrenzter Wasserräume überwiegend durch die dynamischen Maximalereignisse geprägt wird (SCHUMACHER 1989). Dies gab Anlaß, die historisch verfügbaren Sturmflutdaten zu prüfen. Aus den Angaben von BOLL (1865), KOLP (1955) und KOHLMETZ (1967) wurde ein Sturmflutschema entworfen (Tab. 1).

Sowohl von der Aufstauhöhe, der regionalen Wirkung und der zeitlichen Verteilung treten die Sturmfluten von 1320, 1625 und 1872 als markante Eckpunkte hervor. Interessant ist, daß jeweils im Abstand von ca. 75 Jahren zu diesen „Hauptsturmfluten“ ebenfalls sehr starke Sturmfluten auftreten. Zum Sturmfluttyp, d. h., zur erzeugenden meteorologischen Situation, können allerdings nur für 1872 und 1954 gesicherte Angaben gemacht werden. Beide nehmen bezüglich der von 1872 bis 1967 aufgetretenen Sturmfluten (vgl. KOHLMETZ 1967) eine Sonderstellung hinsichtlich der sie erzeugenden meteorologischen Situation ein.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ergibt sich aus den Angaben von BOLL (1965). Demnach sind die Sturmfluten des 15. bis 16. und des 18. bis 19. Jahrhunderts überwiegend auf Sturmwinde aus NW-Richtung zurückzuführen. Deshalb waren sie wohl zumeist geringer Amplitude und lokaler Natur. Die

Tab. 1: Sturmflutschema der südlichen Ostseeküste von 1300 bis heute
(nach Angaben von BOLL 1865, KOLP 1955, KOHLMETZ 1957)

A – Hauptsturmfluten				
Datum	Wirkungsbereich	Stauhöhe	Periode	(Jahre)
30.11.1320	Gdansk bis Lübeck	3,2 m	76	305 (298)
17.01.1396	Gdansk bis Lübeck	hoch		
10.02.1625	Wollin bis Lübeck	2,9 m	69	247 (260)
10.01.1694	?	2,8 m		
13.11.1872	Gdansk bis Lübeck	3,4 m	32	
04.01.1954	Wollin bis Lübeck	2,1 m		
B – Sturmflutverursachende Stürme				
Windrichtung	Sturmflutjahr			
NW	1497, 1558, 1615, 1702, 1822, 1864,			
N	1412, 1467, 1552, 1596, 1820, 1825,			
NE	1609, 1619, 1625, 1645, 1872, 1904, 1913, 1949, 1954, 1663, 1690, 1694, (1449) (1801, 1822)			
C – Heftige Stürme aus südlichen Quadranten				
	1528, 1531, 1537, 1540, 1553, 1575, 1584,		1818, 1830, 1836, 1840	
D – Abstraktion:				
	N.NW-Sturmflutgeschehen		NE-Sturmflutgeschehen	
Periode	15./16. und 18./19. Jahrhundert sturmflut-inaktiver, verstärkte Zonalzirkulation		14.?, 17., 20. Jahrhundert, sturmflutaktiver, verstärkte Meridionalzirkulation	
250–300 Jahre				

Sturmfluten des 17. bzw. 20. Jahrhunderts und höchstwahrscheinlich auch des 14. Jahrhunderts trafen die südliche Ostseeküste überwiegend aus NE-Richtung.

Dies und die Feststellung, daß heftige Stürme aus südwestlichen Richtungen hauptsächlich aus dem 16. und 19. Jahrhundert überliefert sind, festigen die Annahme periodischer Klimaschwankungen. Insgesamt müssen das 17., das 20. und vermutlich auch das 14. Jahrhundert als sturmflutaktivere Zeiträume angesehen werden. Das 15./16. und das 18./19. Jahrhundert können als sturmflutinaktivere gelten. Damit werden klimatische Umstellungen ausgewiesen, die ausgehend von den sog. „Hauptsturmfluten“ eine Periodik von ca. 250 – 300 Jahren haben.

3. Das Sturmflutschema und statistische Klimazusammenhänge

Die festgestellte Periodizität der Aktivität der Sturmhochwasser an der südlichen Ostseeküste sollte mit Umstellungen des atmosphärischen Zirkulationsgeschehens in Zusammenhang gebracht werden. Diese Zirkulationsumstellungen scheinen eng mit globalen Temperaturschwankungen gekoppelt zu sein, denn „es genügt offenbar schon eine geringfügige Abkühlung um 0,4° C, um – entsprechend dem ärologischen Grundgesetz, demzufolge die globalen Winde annähernd parallel zu den Isothermen und Isobaren wehen –, das System der atmosphärischen Zirkulation um mehrere hundert Kilometer zu verschieben und um Veränderungen der ozeanischen Zirkulation in Gang zu bringen“ (DUPHORN 1976, S. 274).

Statistische Klimazusammenhänge zwischen dem Charakter der Zirkulation und der Sonnenaktivität können als gesichert gelten. So verschoben Perioden hoher Aktivität die Zirkulation zu verstärkt meridionalen Komponenten, also in Richtung der charakteristischen Merkmale einer Warmzeit. Perioden geringerer Aktivität führen zu intensiverer Zonalzirkulation, die das Klima kühler und vor allem feuchter gestaltet (vgl. HÄNSEL 1975, S. 79). Entsprechend dieses Zusammenhanges sollten bei Zugrundelegung der Temperaturdaten von LAMB (1969) für die letzten tausend Jahre (Abb. 1) die tendenziellen Abkühlungsphasen des 12./13., 15./16. und des 18./19. Jahrhunderts durch eine intensivere Zonalzirkulation gekennzeichnet sein. Dagegen dürften im 11., 14., 17. und 20. Jahrhundert die Meridionalen Komponenten verstärkt gewesen sein.

HUPFER (1965) kommt zu dem Ergebnis, daß Perioden verstärkter Zonalzirkulation hemmend auf die Entwicklung von Sturmfluten an der südlichen Beltseeküste wirken, während Perioden verstärkter Meridionalzirkulation mehr Sturmfluttage ergeben und die E-N-Komponente des Windes deutlich zunimmt. Damit sind für das 14., 17. und 20. Jahrhundert verstärkte Meridionalität mit erhöhter Sturmfluttätigkeit anzunehmen, für die dazwischenliegenden Zeiträume Zonal- bzw. Übergangsphasen mit geringerer Sturmfluttätigkeit. Das aus historischen Daten abgeleitete Sturmflutschema konnektiert mit dieser Feststellung.

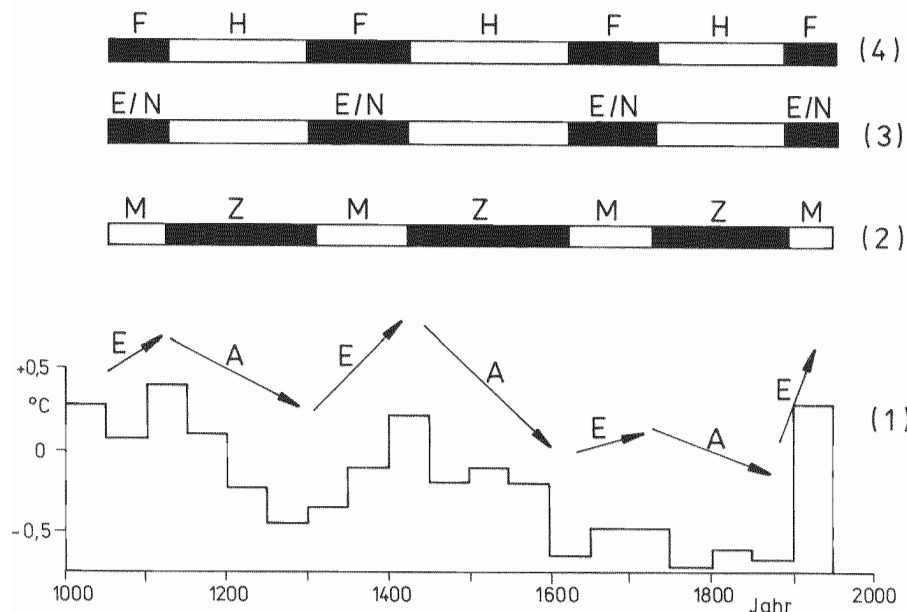


Abb. 1: Schematische Darstellung des Zusammenhanges von Klimatelementen und Sturmflutintensität der letzten 1000 Jahre für die Beltseeküste

(1) Abweichungen der 50jährigen Mitteltemperaturen Islands vom Temperaturmittelwert des Zeitabschnittes 1901–1930 nach LAMB (1969): A – Abkühlungstendenzen, B – Erwärmungstendenzen

(2) Z – Zunahme Zonalzirkulation, M – Zunahme Meridionalzirkulation; abgeleitet aus Zusammenhang Temperatur/Zirkulationsform nach HÄNSEL (1975) und SELIGER (1983)

(3) E/N – Zunahme der Ost- und Nordkomponente der Windverteilung; abgeleitet aus Zusammenhang Zirkulationsform/Windverteilung für die Beltsee nach HUPFER (1965)

(4) F – Sturmflutfördernde Bedingungen, M – sturmfluthemmende Bedingungen; abgeleitet aus Zusammenhang Zirkulationsform/Sturmfluthäufigkeit nach HUPFER (1965)

4. Die Akkumulationsphasen des Rustwerder und die Periodizität des Sturmflutgeschehens der letzten 3000 Jahre

Wie ein Vergleich historischen Kartenmaterials ausweist (vgl. SAEGBARTH 1965), fand in den letzten 100 Jahren am Rustwerder-Strandwallsystem keine Akkumulation statt. Im Gegenteil, es vollzog sich eine Abrasion der von 1700–1880 akkumulierten Sedimentmassen. Die jüngste Hauptakkumulationsphase kann auf den Zeitraum von 1829 bis 1879 eingegrenzt werden, wobei SAEGBARTH einen Teil des starken Zuwachses nicht zu Unrecht auf die große Sturmflut von 1872 zurückführt. Die Eigentümlichkeit dieser Sturmflut bestand in neun Tage andauernden starken Weststürmen, welche dem eigentlichen Hochwasser vorausgingen (KOHLMETZ 1967). Unter hydrodynamischem Blickwinkel (Westexposition des Liefergebietes) wird damit die starke Hakenakkumulation verständlich. Auch aus morphodynamischer Sicht (vgl. SCHUMACHER 1986) scheinen nur hydrodynamische Maximalereignisse mit Windrichtungen um NW eine ausgeprägte Akkumulation am Rustwerder zu bewirken. Für die jüngste Akkumulationsphase des Rustwerder kann somit ein positiver Zusammenhang zu einer Periode mit intensiverer Zonalzirkulation im 18./19. Jahrhundert festgestellt werden. Die „Hauptsturmflut“ von 1872 liegt augenscheinlich in der Umstellungsphase eines mehr NW-orientierten zu einem mehr NE-orientierten Sturmflutgeschehen und ist als zeitlicher Finalpunkt der jüngsten Hakenakkumulationsphase anzusehen.

Die aus der abgeleiteten Strandlinienverschiebungskurve der Wismar-Bucht (SCHUMACHER 1986) sichtbare, zeitliche Abgrenzung der Strandwallgenese des Rustwerder ergibt für die letzten 3000 Jahre mehrere Akkumulationsphasen (Abb 2 C). Stellt man diese Akkumulationsphasen einer in die Vergangenheit extrapolierten Sturmflutperiodik gegenüber, so ergibt dies eine frappierende Korrelation. Die Zeiträume der Akkumulationsphasen liegen annähernd in dem Bereich der sog. „Hauptsturmflut“, die das mehr NW-orientierte Sturmflutgeschehen abschließt. Damit wird die Wirksamkeit einer ca. 275-jährigen Klimaperiodik zumindest für die letzten 3000 Jahre wahrscheinlich. Der fehlende Nachweis von Akkumulationsbildungen zwischen 2800 – 2200 v. h. und damit einer Periodik innerhalb dieses Zeitraumes ist vermutlich auf eine Beprobungslücke zurückzuführen, wobei auch Erosion nicht auszuschließen ist.

Die Phasenhaftigkeit des litoralen Akkumulationsgeschehens wird auch an einem anderen Beispiel deutlich. So belegt historisches Kartenmaterial des Bessin (Insel Hiddensee) eine ältere Akkumulationsphase im 17. Jahrhundert (Alt-Bessin) und eine jüngere im 20. Jahrhundert (Neu-Bessin). Entsprechend der NE-Exposition dieser Hakenbildungen erfolgte hier allerdings das Hakenwachstum in den Zeiträumen verstärkter Meridionalzirkulation mit einer Zunahme der Ost- bis Nordkomponente des Windfeldes.

Die Bedeutung der topographischen Exposition des jeweiligen Küstenabschnittes wird auch daran deutlich, daß DUPHORN (1976) bei der Auswertung der Nordsee-Sturmfluten zu dem Ergebnis kommt, daß (im Gegensatz zur Beltseeküste) Abkühlungsphasen mit Sturmfluthäufungen verbunden sind.

Dies ist infolge der W-NW-Exposition der deutschen Nordseeküste verständlich. Die detaillierten und statistisch abgesicherten Ergebnisse zum Sturmflutgeschehen der Nordseeküste von SEELIGER (1983) bringen ebenfalls die Wechselwirkungen zwischen Klimaelementen, Sturmfluthäufigkeit und Exposition zum Ausdruck.

5. Regionaler und zeitlicher Geltungsbereich der festgestellten Klimarhythmik

Für Nordeuropa belegen die in Dänemark (AABY 1976) und in Skandinavien (BERGLUND 1983) gewonnenen Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen in Hochmooren klimatische Schwankungen mit einer Periodik von 260 Jahren seit 5500 v. h. (Abb. 2 A/B). Die festgestellten Veränderungen des Humifikationsgrades zwischen Weiß- und Schwarztorfen resultieren aus periodischen Schwankungen der Niederschlagsverteilung (Humidität) und/oder der Temperatur.

Einen indirekten Hinweis auf Klimaschwankungen geben die archäologischen Untersuchungen von GÜHNE & SIMON (1986), die eine Siedlungsrythmik im Bereich des Kohlmarktes von Dresden ab ca. 4000 v. h. nachweisen (Abb. 2 D). Es ist anzunehmen, daß die Besiedlung der flachliegenden Elbaue während trockener und wärmerer Phasen erfolgte. Die Siedlungsplätze wurden anscheinend dann aufgegeben, als zu Zeiten kühleren und feuchteren Klimas verstärkt Hochwasserfluten in der Elbe auftraten. Aus der Korrelation der Siedlungsphasen am Kohlmarkt mit der extrapolierten Sturmflutperiodizität (Abb. 2) ergibt sich ein positiver Zusammenhang verstärkte Meridionalzirkulation/Besiedlung.

Untersuchungen in südschwedischen Seen (GAILLARD 1984) verweisen trotz geringerer Auflösung der stratigraphischen Ergebnisse auf die Wirksamkeit periodischer Klimaschwankungen während des gesamten Holozän. Dies wird insbesondere deutlich, wenn man die kurzphasigen Niedrigwasserperioden herausgreift (vgl. Abb. 3). Diese untersetzen zumindest zwischen 2000–1000 v. h., 3300–2700 v. h. und 9000–6200 v. h. eine annähernd 300-jährige Klimarhythmik.

Es kann somit konstatiert werden, daß Klimaschwankungen einer Periodizität von 250–300 Jahren gleichsam im marinen, limnischen, fluviatilen und terrestrischen Faziesbereich ihre Widerspiegelung finden. Dabei können die Veränderungen im marinen Faziesbereich auf Schwankungen des Windfeldes (Klimaelement Luftdruck), die der anderen Bereiche auf Schwankungen der Klimaelemente Niederschlag und/oder Temperatur zurückgeführt werden. Die einbezogenen Lokalitäten umfassen den Raum Mittel- und Nordeuropas zwischen dem 70. und 50. Breitengrad, so daß großklimatische Umstellungen auf der Nordhalbkugel angenommen werden können.

MAYR (1979) kommt aufgrund paläomagnetischer Studien von Sedimenten eines ehemaligen Alpen-Eisrandsees zu dem Ergebnis, daß größere Anomalien mit Schwankungen des Erdmagnetfeldes korrelieren. Er gibt zwei Zyklen an, einen der Sonnenaktivität und einen geomagnetischen Zyklus, die durch

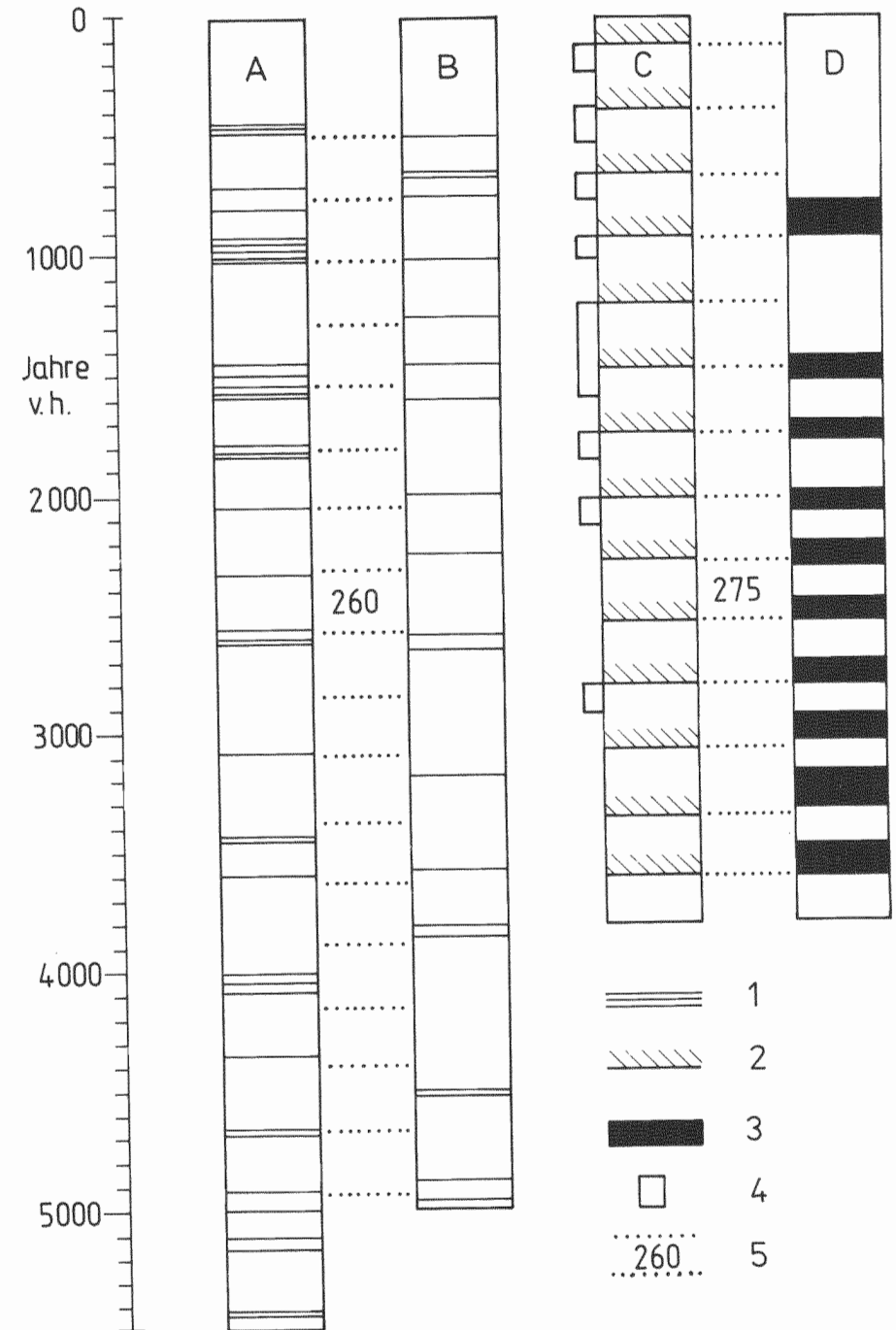


Abb. 2: Hinweise auf periodische Klimaveränderungen

1 – Wechsel in der Torfbildung, – 2 – Sturmflutaktivere Zeiträume mit verstärkter Meridionalzirkulation, 3 – Besiedlungsphasen des Dresdener Elbufers, 4 – Akkumulationsphasen des Rustwerder, 5 – Periodizität in Jahren; A – West-Dänemark nach AABY (1975), B – Skandinavien/Grönland nach BERGLUND (1983), C – DDR-Nordteil nach SCHUMACHER (1986), D – DDR-Südteil nach GÜHNE & SIMON (1986)

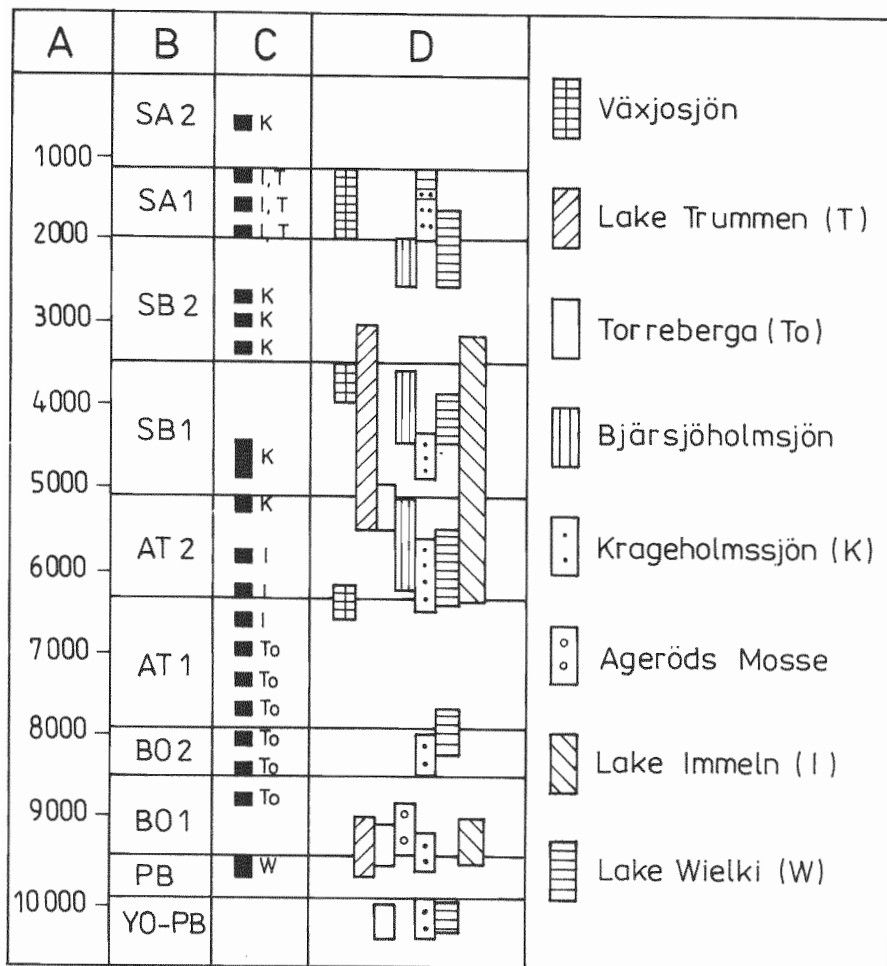


Abb. 3: Wasserspiegelschwankungen in südschwedischen Seen (gezeichnet nach GAILLARD 1984)

A – Jahre vor heute, B – Pollenzonen, C – kurze Niedrigwasserperioden, D – längere Niedrigwasserperioden

Interferenzen von ca. 280 Jahren getrennt werden. Somit sollten gesetzmäßige, extraterrestrische Wirkungsfaktoren als Ursache für die angeführten kurzperiodischen Klimaschwankungen gelten.

Da eine Überlagerung länger- und kurzperiodischer Klimaschwankungen sowie auch der Einfluß terrestrischer Wirkungsfaktoren als auch lokale Einflüsse anzunehmen sind, kann nicht erwartet werden, daß die festgestellten 250–300jährigen Klimaschwankungen des Holozäns sich in gleicher Weise bzw. gleicher Intensität in den geologischen Ablagerungen zeitlich und räumlich widerspiegeln. So sind auch Lücken und Abweichungen der aus unterschiedlichen Faziesräumen und mit unterschiedlichen Methoden gewonnenen Ergebnisse zu interpretieren.

Zusammenfassung

Die stratigraphische Analyse des Rustwerder-Strandwallsystemes (Insel Poel – Wismar Bucht) führt zu der genetischen Schlußfolgerung, daß das Hakenwachstum phasenhaft erfolgte, wobei ein enger Zusammenhang zu dynamischen Maximalereignissen (Sturmfluten) postuliert werden kann. Aus der Auswertung des historischen Sturmflutgeschehens der südlichen Ostseeküste wird eine periodische Umstellung sturmflutaktiver und sturmflutinaktiver Phasen abgeleitet, die deduktiv durch Verbindung bekannter Klimazusammenhänge untersetzt wird. Eine Übertragung der Sturmflutperiodik von 275 (250–300) Jahre in ältere subatlantische Zeiträume wird wahrscheinlich gemacht. Als Ursachen sind großklimatische Umstellungen der atmosphärischen Zirkulation anzunehmen. Die Gültigkeit der festgestellten Klimaperiodik umfaßt zeitlich das gesamte Holozän und räumlich zumindest Mittel- und Nordeuropa.

Summary

The stratigraphic study of the Rustwerder-beach ridge system (Isle of Poel, Wismar-Bay) leads to the genetic conclusion that the spit formation took place in phases and may be related to great storm events. By interpretation of the delivered historic storm flood events of the Southern Baltic Coast a periodical change of flood-prograding and flood-receding phases is derived which, moreover, is supported by temporal climatic processes. Accordingly, the application of the storm flood periodicities of 275 (250–300) years to older Subatlantic Stages seems probable. Generally, this established climatic periodicities can be applied temporally to the entire Holocene and regionally at least to Middle and Northern Europe. Large-scale climatic changes of the atmospheric circulation patterns are suggested as reasons for this example of storm flood related spit formation.

Literatur

- AABY, B.: Cyclic climatic variations in climate over the past 5500 yr reflected in raised bogs. – Nature 263, London 1976, S. 281–284
 BERGLUND, B.S.: Palaeoclimatic changes in Scandinavia and in Greenland – tentative correlation based on lake and bog stratigraphical studies. – Quaternary Studies in Poland 4, Warschau 1983, S. 27–44

- BOLL, E.: Beiträge zur Geognosie Mecklenburgs mit Berücksichtigung der Nachbarländer. – Archiv des Vereins der Freunde der Naturgesch. in Mecklenburg, Neubrandenburg XIX (1865) S. 78–371
- DUPHORN, K.: Gibt es Zusammenhänge zwischen extremen Nordsee-Sturmfluten und globalen Klimaänderungen?. – Wasser u. Boden, Hamburg/Berlin 28 (1976) 10, S. 273–275
- GAILLARD, M.-J.: A palaeohydrological study of Krageholmssjön (Scania, South Sweden). – Lundqua Report 25, Lund 1984, 40 S.
- GÜHNE, A.; SIMON, K.: Frühe Siedlungsspuren am Elbübergang in Dresden-Neustadt. – Arbeits- u. Forschungsber. z. sächs. Bodendenkmalpflege 30, Leipzig 1936, S. 187–343
- HÄNSEL, Chr.: Klimaänderungen – Erscheinungsformen und Ursachen. – Kleine Naturwiss. Bibl., R. Physik, Bd. 32, Leipzig 1975, 98 S.
- HUPFER, P.: Säkulare Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation und der verstärkte Rückgang der Flachküste zwischen Warnemünde und Hiddensee. – PGM, Gotha/Leipzig 3 (1965)
- KÖSTER, R.: Junge eustatische und tektonische Vorgänge im Küstenraum der südwestlichen Ostsee. – Meyniana, Kiel 11 (1961), S. 23–81
- KOHLMETZ, E.: Zur Entstehung, Verteilung und Auswirkung von Sturmfluten an der deutschen Ostseeküste. – PGM, Gotha/Leipzig 111 (1967), S. 89–96
- KOLP, O.: Sturmflutgefährdung der deutschen Ostseeküste zwischen Trave und Swine. – Stralsund 1955, 170 S.
- LAMB, H. H.: Climatic fluctuations. – In: Landsberg, M.E. (Ed.): World survey of Climatology. – Elsevier Vol. 2, Amsterdam 1959, S. 175–248
- MAYR, F.C.: Oscillations of the magnetic field and related changes in climate. – Preprint edition, Montreal 1979, 78 S.
- SAEGEBARTH, J.: Strandwälle, Haken und Nehrungen im Süden der Insel Poel. – Rostock, Univ., Dipl.-Arb., 1965, 93 S.
- SELIGER, J.: Das Sturmflutgeschehen an der deutschen Nordseeküste. – Kiel, Univ., Diss., 1983
- SCHUMACHER, W.: Untersuchungen zur Sedimentation im Litoral der südwestlichen Ostseeküste – dargestellt am Beispiel des Untersuchungsgebietes Rustwerder (Poel). – Greifswald, Univ., Diss., 1986, 98 S.
- SCHUMACHER, W.: Modellbetrachtungen zur Morphodynamik im Litoral – dargestellt am Beispiel der Westküste Poel. – Mitt. Forschungsanstalt Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Schriftenreihe Wasser- und Grundbau 54, Berlin 1989, S. 40–51

Verfasser: Dr. rer. nat. Walter Schumacher
 Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
 Fachrichtung Geologische Wissenschaften
 Jahnstr. 17a
 O-2200 Greifswald