

Vorhersehbare Auswirkungen der erwarteten Klimaänderungen auf die Ökologie der norddeutschen Ästuare, dargelegt am Beispiel der Elbe (*)

Von Hartmut Kausch

Tidehub einst und jetzt

Das heutige Elbeästuar ist der unter Gezeiteinfluß stehende Teil des, mit dem nach-eiszeitlichen Meeresspiegelanstieg in der Nordsee ertrunkenen, nördlichen Endes des Elbe-Urstromtales. Der postglaziale »schnelle« Meeresspiegelanstieg um ca. 100 m war vor etwa 6000 Jahren weitgehend abgeschlossen. Danach betrug der weitere Anstieg nur noch einige 15–25 m (JELGERSMA 1993). Man geht davon aus, daß bis um das Jahr 1050 der säkulare Meeresspiegelanstieg bei 20 bis 30 cm/Jh. lag. Anhand von Messungen, die etwa ab dem Jahr 1860 zur Verfügung stehen, hat man ermittelt, daß bis ca. 1950 das mittlere Niedrigwasser bei Ebbe (MTnw) und das mittlere Hochwasser bei Flut (MThw) gleichsinnig anstiegen. Der Tidehub (MThb), die Differenz aus MThw und MTnw, blieb in diesen rund 90 Jahren mehr oder weniger konstant. Dies änderte sich ab etwa 1950 grundlegend (FÜHRBÖTTER 1986). Von nun an nahm das MThw an der deutschen Nordseeküste deutlich zu, während das MTnw »eher eine fallende Tendenz« zeigte. Das bedeutet, daß der Tidehub zunahm (Abb. 1).

Daß dies bereits als Folge klimatischer Änderungen interpretiert werden könne, wurde von KUNZ (1991) bezweifelt. Auch er konstatierte eine »systematische Änderung« ab »Mitte der 60er Jahre«, als am Pegel Cuxhaven, aber noch viel stärker an den Pegeln Stade und Hamburg St. Pauli, der Tidehub z.T. sehr schnell stieg.

Die Abb. 2 zeigt im oberen Teil den Verlauf der Jahresmittel für den Tidehub bei Helgoland, und im unteren Teil sind »die Beträge für die Tidehub-Unterschiede der Elbe-Pegel Hamburg, Stade und Cuxhaven gegenüber Helgoland dargestellt. Der Einfluß des Elbe-Ausbaus auf die beiden erstgenannten Standorte ist offenkundig.« Auch »der Pegel Cuxhaven zeigt ab etwa 1960 einen ansteigenden Trend. ... Danach ist nicht auszuschließen, daß auch der Pegel Cuxhaven von den Elbe-Ausbaumaßnahmen beeinflußt ist und diese Wirkung noch weiter seewärts reicht« (zitiert aus KUNZ 1991).

Elbvertiefung und die Folgen

Diese großen, anthropogenen Änderungen des hydrologischen Regimes in der Tideelbe, die wir seit 20–30 Jahren erleben und die erst vor wenigen Jahren als solche

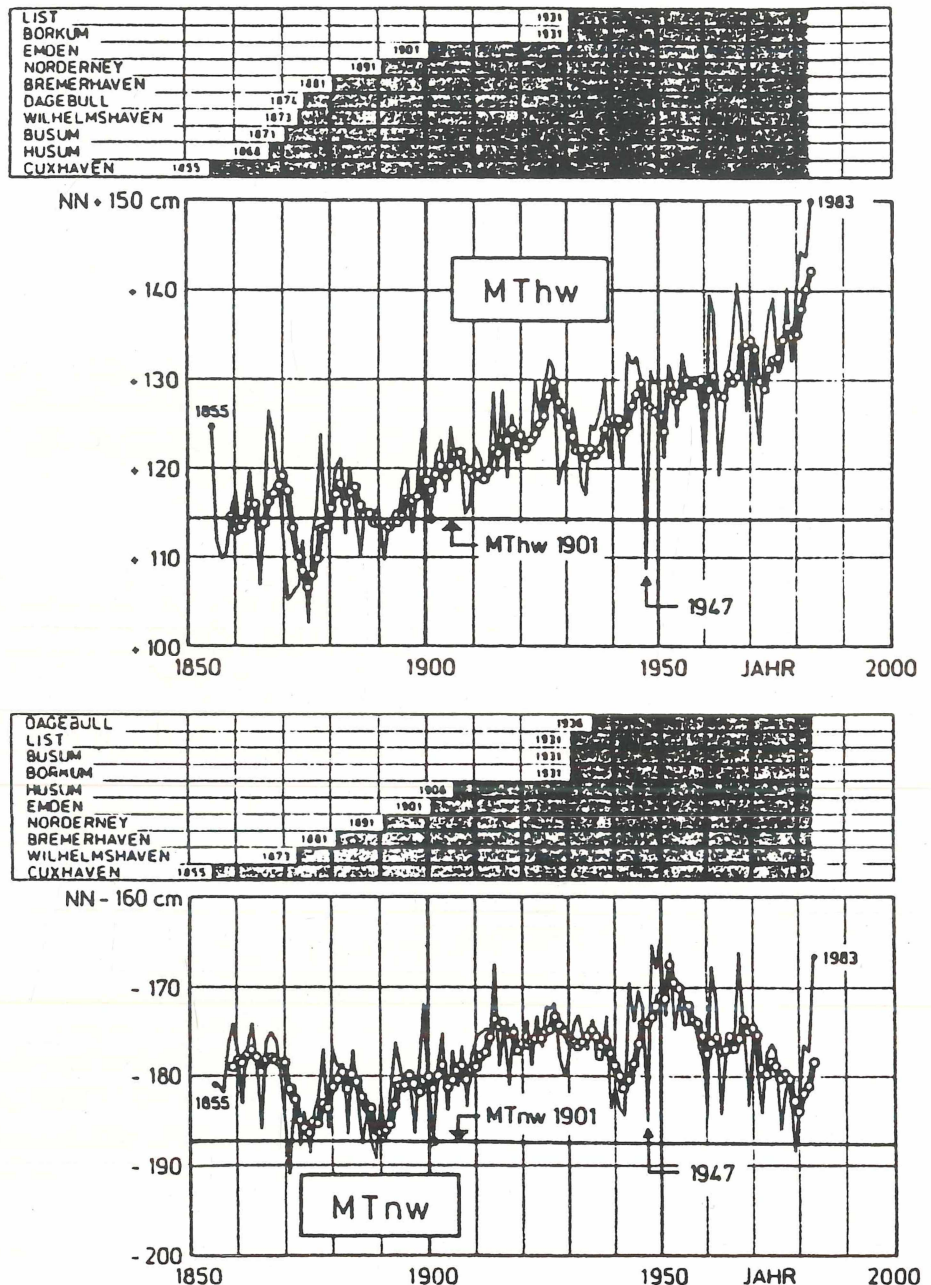


Abb. 1: Jährliche und fünfjährige MThw und MTnw an der deutschen Nordseeküste als Mittel aus bis zu 10 Pegelstationen (FÜHRBÖTTER 1986).

erkannt und anerkannt wurden, haben nichts mit Klimaänderungen zu tun, sondern sind die Folge der starken, künstlichen Vertiefung des Strombettes für die Belange der Großschifffahrt; aber wir können aus ihnen lernen.

Früher war die Tideelbe im limnischen Bereich 3–6 m tief, im Laufe der vergangenen 150 Jahre ist sie bis auf heute 13,5 m Tiefe unter MTnw ausgebaggert worden.

Die Folgen dieser Vertiefungen liegen heute auf der Hand. Einige für unser Thema und die Ökologie des Ökosystems Tideelbe relevante Beispiele seien daher kurz behandelt:

– Ansteigen des Tidehubs, wobei das Absinken des mittleren Tideniedrigwassers etwa dreimal stärker ist als der Anstieg des Mittleren Tidehochwassers; die Folgen sind:

(*) geänderte Fassung aus: Deutsche Gesellschaft für Meeresforschung – Mitteilungen Nr. 4/95

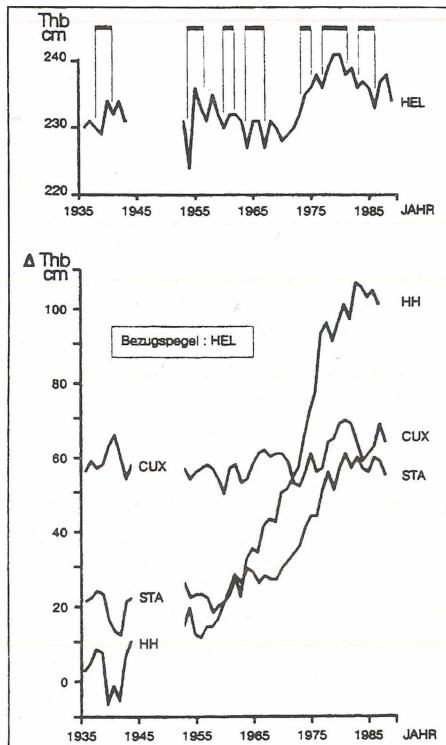


Abb. 2: Jahresmittelwerte für den Tidehub des Pegels Helgoland (Thb) sowie Differenzen der Tidehöhe an den Unterelbepegeln Hamburg (HH), Stade (STA) und Cuxhaven (CUX) zu Helgoland (Δ Thb).

- stärkerer Wellenangriff auf die Uferbereiche bei Flut; Gefährdung der Tideröhrichte und der Reste der Tideauenwälder (Abb. 3);
- die Überflutungszeiten und -häufigkeiten im Naturschutzgebiet Heuckenlock, wo sich die letzten Reste des natürlichen Tideauenwaldes in Europa befinden, haben sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten erhöht;
- längere Expositionszeiten der oberen Wattgebiete bei Ebbe (bei gleichzeitig starkem, anhaltendem Ostwind z.T. tagelang) und Leerlaufen der kleineren Ästuar der Nebenflüsse;
- Kanalisierung der Fahrrinne; die Folgen sind:
 - höhere Strömungsgeschwindigkeiten in der Schifffahrtsrinne, relativ niedrigere über den Flachwassergebieten und den Watten;
 - stärkere Resuspension von Schwebstoffen und erhöhter Schwebstofftransport im Bereich der Vertiefungen;
 - höhere Sedimentationsraten in den Flachwassergebieten, den Nebelbeben und auf den Watten; langfristig gehen Flachwassergebiete verloren und werden zu Wattgebieten. Beispiele dafür sind das Mühlenberger Loch (KAFEMANN et al. 1996), die Hahnöfer Nebelbebe, das Dwarlock vor der eingedeichten Haseldorfer Marsch und das Südufer bis zum Rand der Fahrrinne bei Wisch-

hafen. Flachwassergebiete samt den Nebelbeben sind im Gegensatz zur vertieften, stark durchströmten Fahrrinne wichtige Lebensräume, z.B. für Fische, Kleinkrebse (*Mysidaceen*) und Garnelen besonders hochaktiv und hochproduktiv.

- Verlagerung der Brackwasserzone stromauf; die Folge ist die
- Änderung der Besiedlung; Süßwasserorganismen sterben ab und werden durch Brack- und Meerwasserorganismen ersetzt; der Süßwasserbereich der Tideelbe wird kleiner und kann sich wegen des Wehrs bei Geesthacht nicht weiter nach oberstrom hin ausweiten.

Klimaveränderung und Meeresspiegelanstieg

Was hat das nun mit den zu erwartenden Folgen der Klimaveränderung zu tun?

Nun, einige Auswirkungen sind ähnlich und können deshalb heute schon studiert werden. Dazu gehören z.B. die Wirkung der Erhöhung von Wasserständen und die Ausbreitung von Meeres- und Brackwasserorganismen stromaufwärts.

Bei der erwarteten Erwärmung des Klimas ist mit einem weiteren, schnellen Anstieg des Meeresspiegels um etwa 1 m im Laufe der nächsten 100 Jahre zu rechnen. Das führt natürlich zu einer Erhöhung der Wasserstände in den Ästuaren. Man muß wohl davon ausgehen, daß der heutige Tidehub auf das neue Niveau angehoben wird, d.h. das Tideniedrig- und Tidehochwasser werden um den Betrag des Meeresspiegelanstiegs erhöht. Die heutigen Watten werden überflutet, ihre unteren Bereiche werden wieder zu Sublitoral und damit zum Teil Flachwasser. Wie weit die Watten es schaffen, über die durch den Anstieg erhöhte Sedimentation ihren Status als periodisch

trockenfallende Gebiete zu halten, hängt davon ab, wie schnell der Meeresspiegelanstieg vor sich geht. Auf alle Fälle werden sich erneut Verschiebungen in der Ausbreitung und artlichen Zusammensetzung der Tideröhrichte ergeben (Abb. 4).

Da es sich dabei um ein landseitiges Zurückweichen handeln muß (Röhrichte können nicht beliebig überflutet werden), ist ihre Ausweichmöglichkeit durch die Deichlinie begrenzt. Infolge der landseitigen Verschiebung auch der Watten wird der ohnehin sehr knapp bemessene Anteil des noch verbleibenden Vordeichlandes, des Restes der aktiven Elbmarschen und Salzwiesen, zu einem großen Teil verschwinden.

Dies hätte z.T. katastrophale Folgen für die Avifauna, vor allem für die zur Zugzeit dort rastenden und weidenden Gänsearten.

Auch die Reste der noch verbliebenen Tideauenwälder werden kaum eine Chance haben zu überdauern. Ihr eigentlicher Lebensraum liegt ohnehin heute landseitig der Deiche, ist dem Tidegeschehen entzogen und in landwirtschaftlicher Nutzung. Eine Verlagerung der Auenwälder, ein sehr langfristiger Prozeß, wird nur bei genügend weiten Deichrückverlegungen möglich sein (Abb. 5).

Wie groß die Flächenverluste der Vordeichländer durch Wasserspiegelanstieg sein können, zeigen Untersuchungen, die im Zusammenhang mit der Umweltverträglichkeitsuntersuchung zum geplanten 16,5-m-Ausbau der Tideelbe angestellt wurden: Bereits die äußerst geringe Erhöhung des MTHW um 1 cm verwandelt 1,3% der verbliebenen Vordeichländer in Watt, das sind zwischen Geesthacht und Cuxhaven 75 ha. Eine Erhöhung um 5 cm würde insgesamt zu einem Flächenverlust der Vordeichländer von 4,2%, im Bereich von Hamburg von 12,4% führen. Das NSG

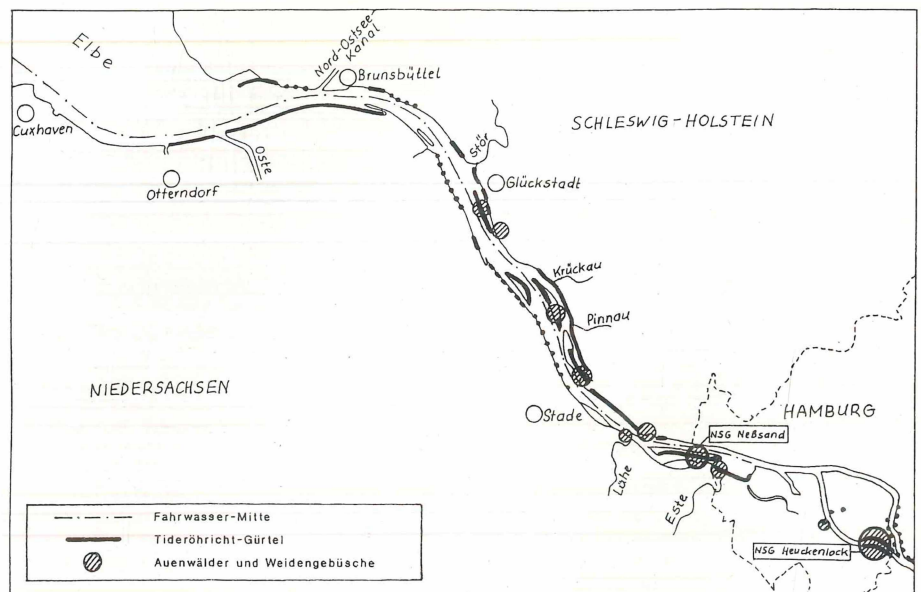


Abb. 3: Übersicht über die wichtigsten Tideröhricht- und Auenwaldbestände der Elbe (nach SCHÖN 1983, WOLF mdl., PREISINGER 1991).

Heuckenlock wäre davon bereits schwer betroffen.

Es soll und kann hier nicht diskutiert werden, welche Maßnahmen der Küstenschutz ergreifen wird. Derzeit scheint aber noch »die Verteidigung der Hauptdeichlinie« (KUNZ 1991) die Vorstellungswelt der Wasser- und Deichbauer zu beherrschen. Ohne Rückdeichung wird aber der gesamte litorale Bereich der Tideelbe auf einen schmalen Wattensaum beschränkt bleiben, und dieser wird durch die dann erforderlichen Deicherhöhungen und -verstärkungen sehr beeinträchtigt werden. Deicherhöhungen, die mit Verbreiterungen des wasserseitigen Deichfußes einhergehen, werden, wie zu erwarten ist, auch später auf Kosten der Außendeichbereiche vorgenommen werden. Sogar in einem so extrem schmalen Naturschutzgebiet wie dem Heuckenlock, in dem, wie man vermuten würde, jeder einzelne Quadratmeter unter strengem Schutz stehen sollte, ist der Deich vor wenigen Jahren in das Schutzgebiet hinein verbreitert worden.

Es wäre daher an der Zeit, daß sich Hochwasserschutz und Natur- und Umweltschutz zusammen daranmachen, in jeder Hinsicht wirksame Konzepte für das kommende Jahrhundert gemeinsam auszuarbeiten; Konzepte, bei denen sicherlich die Rücknahme der heutigen Deichlinie – heute geradezu ein Tabu – ernsthaft in Betracht zu ziehen wäre. Bei den zu erwartenden Landverlusten besteht die Gefahr, daß die letzten spärlichen Naturräume in unserer unmittelbaren Nachbarschaft sonst völlig verschwinden. Das 1991 von der Bundesregierung initiierte Vorhaben »Klimaforschung – Verbundprojekt Klimaänderung und Küste« macht einen vielversprechenden Anfang (BACKHAUS 1994).

Eine weitere Folge eines Meeresspiegelanstiegs ist, ähnlich wie bei der Vertiefung der Elbe, die weitere Ausbreitung der Brackwasserzone stromaufwärts. Ihr Ausmaß wird allerdings davon abhängen, in welcher Weise sich das Niederschlagsverhalten im Einzugsgebiet und damit die Wasserführung der Elbe ändert. Mit wärmer werdendem Klima wird eine Verlagerung der Klimazonen der Erde nach Norden stattfinden. Das bedeutet zumindest für das südliche Mitteleuropa, also auch für den südlichen Bereich des Elbe-Einzugsgebietes, eine Fortsetzung des bereits erkennbaren Trends zu höheren winterlichen und geringeren sommerlichen Niederschlägen. Die Änderung des Niederschlagsverhaltens wird sich im Abflußverhalten der Elbe wiederfinden: Die winterlichen Abflüsse werden größer, die sommerlichen kleiner werden als heute. Das hat zur Folge, daß die Brackwasserzone der Tideelbe über weitere Strecken hin und her wandern wird als heute. Größere Abflüsse im Winter werden sie weiter in das äußere Ästuar abdrängen, und kleinere Abflüsse im Sommer werden

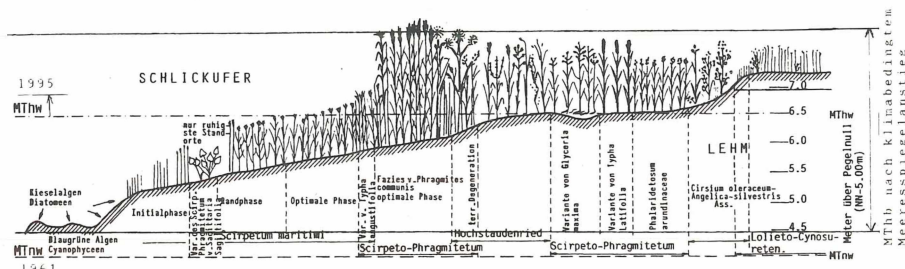


Abb. 4: Schlickufer, Sukzession und Zonation der Pflanzengesellschaften im limnischen Bereich der Tidelbe (verändert nach KÖTTER 1961; mit neuen Wasserstandslinien 1995 und nach Meeresspiegelanstieg).

ein stärkeres Vordringen stromaufwärts ermöglichen.

Ähnliches gilt für die Lage der Trübungszone, deren Auftreten ja mit dem Salzgradienten gekoppelt ist. Aber wir wissen, daß hohe Oberwasserabflüsse über längere Zeit, also in nassen Sommern, das Trübungsmaximum praktisch völlig aus dem Ästuar in die Nordsee hinausdrängen und es danach mehrerer Monate mit mittlerem oder geringem Abfluß bedarf, um wieder eine neue Trübungszone aufzubauen (KAPPENBERG, unveröff. Daten). Eventuell also würden jährlich wiederkehrende hohe Abflüsse auf diese Weise die Trübstoffgehalte in der Elbe verringern. Diese Frage wird jedoch erst mit Hilfe noch in Entwicklung befindlicher Schwebstofftransportmodelle geklärt werden können.

Gewässerbelastende Stoffe und Reaktionen der Organismen

Während hohe Abflüsse im Winter zu einer Verdünnung gewässerbelastender Stoffe führen, wird im Sommer bei niedrigeren Abflüssen als heute eine Erhöhung der Stoffkonzentrationen eintreten. Dann könnte das mit den Abwässern der Kaliindustrie in die Elbe eingeleitete Montansalz wieder zu Schwierigkeiten bei der Trinkwasseraufbereitung an der Mittellelbe führen wie schon einmal in den ersten Jahrzehnten unseres

Jahrhunderts, als noch mehr eingeleitet wurde als heute (RIEDEL-LORJÉ & GAUMERT 1982).

Die Konzentration der Stickstoffkomponenten, die bei Niederschlag aus der Landwirtschaft in großer Menge ausgewaschen werden und in die Elbe gelangen, nehmen, anders als z.B. das Phosphat, bei hohen Abflüssen zu (KAUSCH et al. 1991).

Nicht nur höhere Temperaturen, sondern auch steigender Ionengehalt verringert die Löslichkeit von Gasen. Bei geringen Oberwasserabflüssen im warmen Sommer, höheren Ionenkonzentrationen von oberstrom und stärkerem Vordringen der Brackwasserzone würde der Sauerstoffhaushalt stärker vorbelastet sein als heute.

Höhere Wassertemperaturen werden zu dem prozeßspezifische Steigerungen der Umsatzgeschwindigkeiten aller biologischen Prozesse mit sich bringen. Da mit steigenden Temperaturen die Respiration stärker ansteigt als die Primärproduktion, ist damit zu rechnen, daß das Verhältnis von Produktion zu Respiration (das P/R-Verhältnis) sinkt, unter den Stoffwechselprozessen also die heterotrophen Prozesse bevorteilt sind. Das würde bedeuten, daß mehr organische Substanz schneller abgebaut wird – wenn man so will, eine Steigerung der Selbstreinigungskraft, aber auf Kosten des dann ohnehin stärker ange-

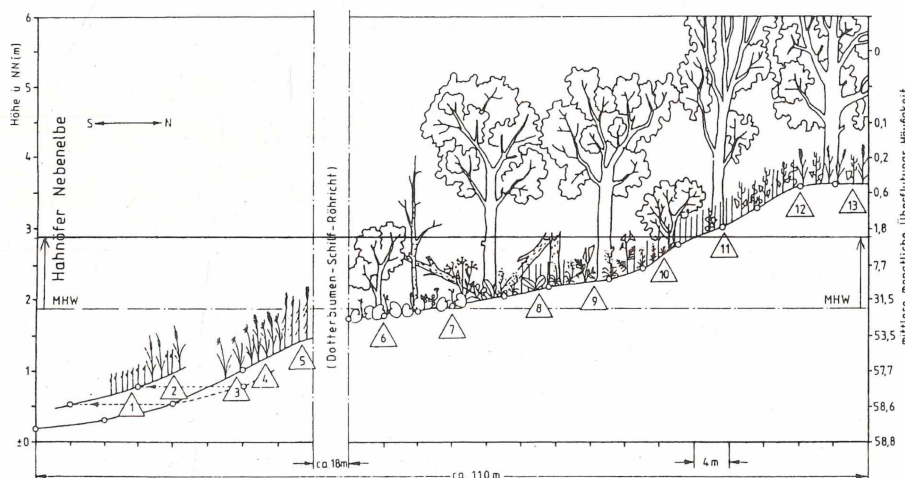


Abb. 5: Zonierung der naturnahen, tidebeeinflussten Auenvegetation der Elbe bei Hamburg, Beispiel Neßsand/Südufer (nach PREISINGER 1991, verändert mit neuer MThw-Linie nach Meeresspiegelanstieg).

spannten Sauerstoffgehaltes. Dies wird durch die bei geringeren Oberwasserabflüssen im Sommer steigende Aufenthaltszeit im Tidebereich der Elbe noch gesteigert.

Mit anderen Worten: Die Trophie wird ab-, die Saprobie wird zunehmen. Da die Tideelbe dann immer noch tief oder gar noch tiefer sein wird als heute, wird der biogene Sauerstoffeintrag eine noch geringere Rolle spielen. Sauerstoffdefizite, wie das bekannte Sauerstoffloch, werden zumindest im Sommer weiter bestehen und, sofern sie durch anthropogen erhöhte, organische Gewässerbelastungen angetrieben werden, auch zu Fischsterben führen können. Generell steigt das Risiko sommerlicher Fischsterben mit zunehmender Erwärmung an.

Erwärmung des Klimas bedeutet Erhöhung der Luft- und der Wassertemperaturen. Die Verdunstung und der Wasserdampfgehalt der Luft nehmen zu. Lokal könnten Nebelbildung und Niederschlag – als Regen, aber auch als Tau – zunehmen. Das Mikroklima im Bereich des Elbeästuars wird also wärmer und feuchter.

Eisbedeckung im Winter wird seltener werden oder völlig fehlen. Das bedeutet generell (und das ist für die mittlere Elbe wichtiger als für das Ästuar), daß das Risiko winterlicher Fischsterben unter Eis, wie es z.B. im Winter 1962/63 bei hoher Abwasserbelastung in spektakulärer Weise stattgefunden hat, geringer wird.

Aufgrund höherer Wassertemperaturen und fehlender Eisbedeckung im zeitigen Frühjahr wird das Frühjahrsmaximum des Phytoplanktons, mit dem wir heute zwischen März und April rechnen können, zeitlich vorverlegt werden, vielleicht auf Anfang bis Mitte Februar, wie wir es in Seen nach milden Wintern schon jetzt beobachten können. Die Primärproduktion wird in der vertieften und durch Schwebstoffe getrübbten Tideelbe aber nach wie vor lichtlimitiert sein (FAST 1993).

Durch die höheren Temperaturen wird die Produktionszeit des Jahres verlängert. Dies gilt vor allem für die tierischen Organismen. Die Röhrichtpflanzen mit ihren an die Tageslänge gebundenen Jahreszyklen der Vegetation werden davon weniger profitieren.

Infolge der Erwärmung werden sich in den vorhandenen Biotopen neue Biozönosen mit gegenüber heute veränderter Artenzusammensetzung einfinden. Die Verschiebung der Artenzusammensetzung wird kälteliebende Formen nach Norden abdrängen, wärmeliebende Arten werden von Süden zuwandern. Die Anzahl der Neophyten und Neozoen, also der bisher hier unbekannten Neueinwanderer aus dem Pflanzen- und Tierreich, wird zunehmen.

Kaltwasserorganismen werden dann verschwinden, wenn ihre obere Toleranzgrenze der Temperatur dauerhaft über-

schritten wird. Dies kann in jeder Phase ihrer Entwicklung eine andere Temperatur sein. Eier und Jungtiere haben zumindest besonders enge Grenzen. Winterlaicher werden aber erst dann gefährdet, wenn die Wassertemperaturen die für die erfolgreiche Fortpflanzung erforderlichen niedrigen Werte nicht mehr erreichen. Dann könnte es z.B. für die Meerforelle, die in den Zuflüssen des Elbeästuars laicht und deren Schlupferfolg wegen hoher Sauerstoffzehrung in den Kiesbänken schon heute kaum mehr gewährleistet ist, bei stärkerem Temperaturanstieg noch schwieriger werden. Dafür wären Warmwasserorganismen durch die Veränderungen bevorzugt. Welche Arten das aber sein werden, kann nicht vorhergesagt werden. Unter den Fischen sind vor allem die Meeräschenarten zu erwarten.

Viel subtiler als direkte Temperaturwirkungen über die Toleranz, denen viele unserer wechselwarmen Wasserorganismen auch populationsgenetisch begegnen können und die häufig erst nach drastischen Temperaturveränderungen zu dauerhaften Ausfällen von Organismenarten führen (die Eiszeiten sind hierfür ein Beispiel), sind indirekte Temperatureffekte. Sie können sich darin äußern, daß die zeitliche Koinzidenz des Zusammentreffens von Zooplanktonarten mit dem für sie als Nahrung wichtigen Phytoplankton nicht mehr gegeben ist, so daß das für ein erfolgreiches Weiterbestehen der Art erforderliche »Timing« nicht mehr stimmt. Oder sie führen zur Veränderung essentieller Nahrungskomponenten in den Phytoplanktonalgen, wie z.B. bestimmter hochungesättigter Fettsäuren, wodurch die Nahrungskonkurrenz um die gleiche Ressource zugunsten

anderer, in dieser Hinsicht besser angepaßter Zooplanktonarten verschoben wird. Hier befinden wir uns aber in einem noch weitgehend unerforschten Gebiet der Populationsökologie, dessen Kenntnis dazu verhelfen wird, die bei Temperaturverschiebungen eintretenden Änderungen der Artenzusammensetzung und die dabei wirkenden Mechanismen zu verstehen.

Schlußbemerkungen

Voraussichtlich werden durch Klimaänderung herbeigeführte Folgen zunächst in meteorologischen und hydrologischen Datensätzen gesichert werden können.

Lokale, durch Änderung von Überflutungszeiten und Wellenangriff hervorgerufene Röhrichtwanderungen landeinwärts oder Auenwaldverluste sollten, wie in der unmittelbaren Vergangenheit nach der ausbaubedingten Änderung des Tidehubs, relativ leicht zu beobachten sein und – hoffentlich – zu einem frühen Zeitpunkt ernstgenommen werden.

Bei der großen Variabilität der biologischen Prozeßgrößen dürften deren signifikante Änderungen aber erst später sichtbar werden, wenn die Erwärmung bereits vorangeschritten ist.

Dies wird durch ein Beispiel von TRIPPEL et al. (1991) illustriert. Anhand einer Abschätzung der Mechanismen, die bei Blaufelchen (*Coregonus lavaretus*) des Bodensees die Stärke des ersten Jahrganges nach dem Schlupf im Frühjahr bestimmten, konnten die einem theoretischen Anstieg der Temperaturen auf 1,5, 3,0 und 4,5° C von 1990 bis zum Jahre 2050 entsprechenden mittleren Zunahmen der Jahrgangsstärken errechnet werden (Abb. 6a).



Durch den Wasserspiegelanstieg werden die Reste der im Vordeichland gelegenen Elbmarschen zum großen Teil verschwinden. Vor allem für die zur Zugzeit dort rastenden und weidenden Gänsearten (hier: Nonnengänse auf dem NSG Asseler Sand) hätte dieses katastrophale Folgen. Foto: B. Hochfeld

Überlagert man diesen Kurven rein hypothetisch die für die Jahre 1954 bis 1989 gefundenen Variabilitäten der Jahrgangsstärken, so erhält man die in der Abb. 6b dargestellten Kurvenzüge. Es wird deutlich, daß bei einem Anstieg um 1,5° C kaum und bei 3,0° C erst etwa ab den 30er Jahren des nächsten Jahrhunderts die damit verbundene Zunahme der Jahrgangsstärken gesichert nachgewiesen werden kann, vorausgesetzt, daß bis dahin nicht andere Mechanismen, wie z.B. hohe Eimortalität durch erhöhten Sauerstoffmangel oder der völlige Ausfall des winterlichen Abblühens, andere Bedingungen schaffen.

Zusammenfassung

Am Beispiel der Tideelbe werden die vorhersehbaren Auswirkungen der erwarteten Klimaänderungen, verbunden mit einem Meeresspiegelanstieg um etwa 1 m im Laufe der nächsten 100 Jahre, auf die Landschaft, die Tier- und Pflanzenwelt und den Wasserhaushalt eines Flußsystems dargestellt.

Diese Darstellung ist möglich, da die Folgen der Klimaänderung und des Meeresspiegelanstiegs z.T. heute schon an den Auswirkungen studiert werden können, die durch die Vertiefung der Tideelbe bis auf heute 13,5 m schon eingetreten sind. Auch der geplante Ausbau auf 16,5 m wird Auswirkungen im Ökosystem der Tideelbe hervorrufen, die mit denen eines Meeresspiegelanstiegs vergleichbar sind.

Summary

The tidal Elbe river is taken as example to describe the foreseeable effects of global warming connected with sea level rise of about 1 m within the next 100 years on the landscape, on animals and plants, and the water regime of a river system.

This description is possible because the effects of global warming and sea level rise can be studied partly today in the occurred effects caused by the deepening of the tidal Elbe to 13.5 m. The further planned deepening to 16.5 m will cause as well effects to the ecosystem of the tidal Elbe comparable to sea level rise.

Literatur

- BACKHAUS, J. (1994): Klimaforschung – Verbundprojekt Klimaänderung und Küste. – In: Baubehörde Hamburg, Amt für Wasserwirtschaft, Wissenschaftliches Forum »Klimaänderungen und mögliche Folgen für die Sturmfluten«. – Vorträge zur Sondersitzung des Verwaltungsausschusses für den Hochwasserschutz, April 1994 (als Manuskript vervielfältigt).
- FAST, T. (1993): Zur Dynamik von Biomasse und Primärproduktion des Phytoplanktons im Elbe-Ästuar. – Dissertation, Fachbereich Biologie, Universität Hamburg.
- FÜHRBÖTER, A. (1986): Veränderungen des Säkularanstiegs an der deutschen Nordseeküste. – Wasser + Boden 38/9.

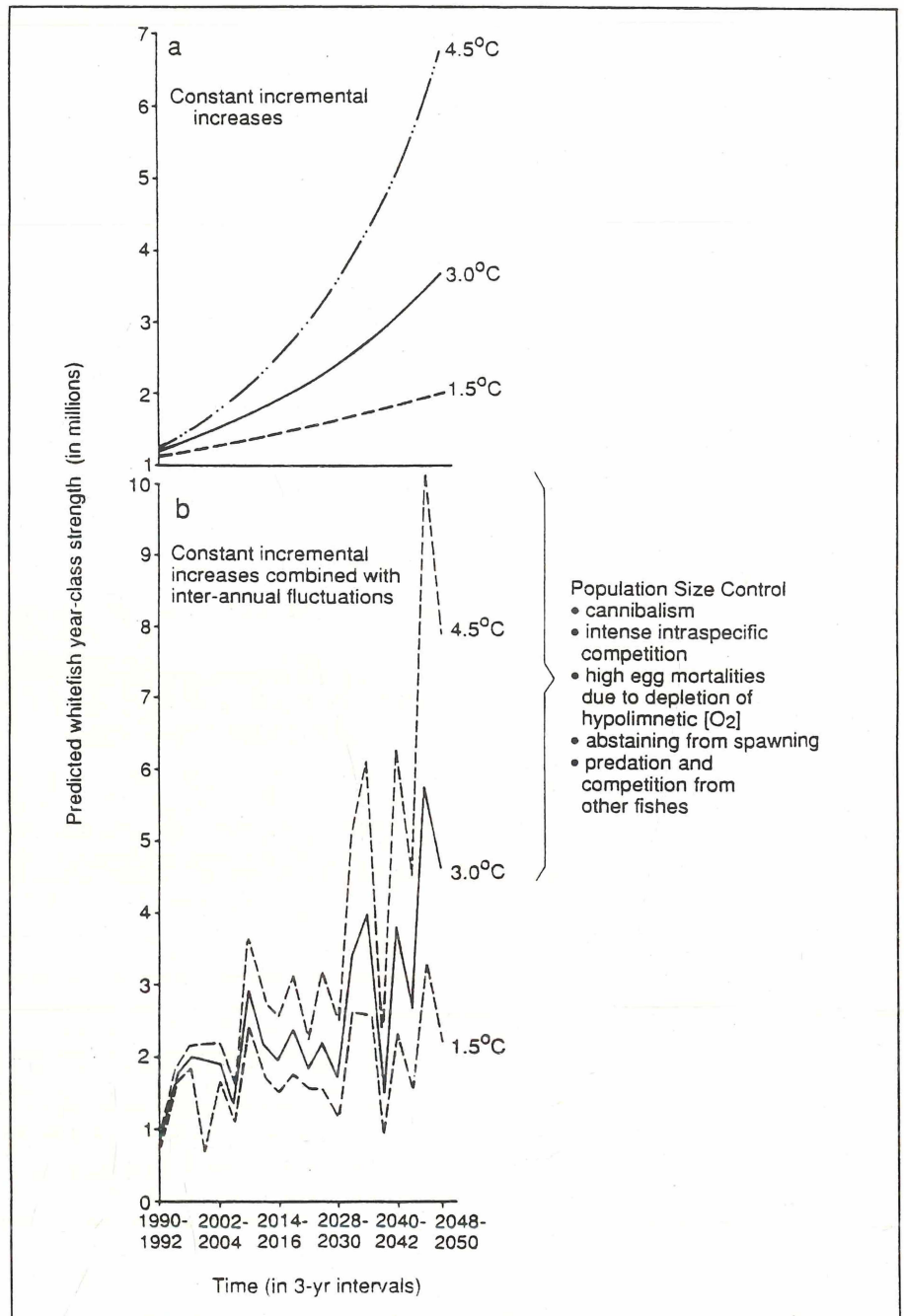


Abb. 6: (a) Darstellung prognostizierter Zunahmen der Jahrgangsstärken des Blaufelchen (*Coregonus lavaretus*) des Bodensees bei drei verschiedenen Temperaturanstiegen und (b) deren mögliche, aus Meßreihen der Jahre 1954–1989 entnommene Variabilität (aus TRIPPEL et al. 1991).

- JELGERSMA, S. (1993): Sea level changes during the recent geological past. – In: JELGERSMA, S., et al. (Eds.): Sea level changes and their consequences for hydrology and water management. State of the art report. IHP: International Hydrological Program of UNESCO, The Hague: 9–42.
- KAFEMANN, R., R. THIEL & A. SEPULVEDA (1996): Die fischökologische Bedeutung der Nebenstromgewässer der Untereibe. – Arch. Hydrobiol./Suppl. 110 (2/3) (Unters. Elbe-Ästuar 7): 199–214.
- KAUSCH, H., P. BRECKLING, G. FLÜGGE, T. GAUMERT, L. KIES, I. NÖTHLICH, M. SCHIRMER & H.-P. WEI-

- GEL (1991): Tidegewässer. – In: HAMM, A. (Hrsg.): Studie über Wirkungen und Qualitätsziele von Nährstoffen in Fließgewässern. Academia Verlag, St. Augustin: 565–638.
- KÖTTER, F. (1961): Die Pflanzengesellschaften der Untereibe. – Arch. Hydrobiol./Suppl. 26 (1/2): 106–184.
- KUNZ, H. (1991): Klimaänderungen, Meeresspiegelanstieg, Auswirkungen auf die niedersächsische Küste. – Mitt. Franzius-Institut, Hannover 72: 323–351.
- PREISINGER, H. (1991): Strukturanalyse und Zeigerwert der Auen- und Ufervegetation im Hamburger Hafen- und Hafenrandgebiet. –

Diss. Botan. 174, Cramer, Berlin, Stuttgart: 296 S.

RIEDEL-LLOJÉ, J. C. & T. GAUMERT (1982): 100 Jahre Elbe-Forschung. Hydrobiologische Situation und Fischbestand 1842–1943 unter dem Einfluß von Stromverbau und Sieleinleitungen. – Arch. Hydrobiol./Suppl. 61: 317–376.

SCHÖN, G. (1983): Lebendbau und Landschaftspflege an der Unterelbe zur Gestaltung einer Landschaft. – Mitt. Wasser- u. Schifffahrtsdir. Nord, Nr. 25.

TRIPPEL, E. A., R. ECKMANN & J. HARTMANN (1991): Potential effects of global warming on whitefish in Lake Constance, Germany. – AMBIO 30/6: 226–231.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Hartmut Kausch
Institut für Hydrobiologie
und Fischereiwissenschaft
Hydrobiologische Abteilung
Zeiseweg 9
22765 Hamburg



Eine Erhöhung des mittleren Hochwassers bei Flut (MThw) um 5 cm würde insgesamt zu einem Flächenverlust der Vordeichländer (aber auch der Elbinseln wie hier das NSG Schwarztonnensand) von 4,2% zwischen Geesthacht und Cuxhaven führen.
Foto: U. Schneider

Buchbesprechungen

VON TREUENFELS, Carl Albrecht (1995):

Unter Pandas und Pinguinen Reportagen aus der bedrohten Natur

303 Seiten, 314 farbige Abbildungen, ISBN 3-89136-511-X. Rasch und Röhring Verlag, Großer Burstah 42, 20457 Hamburg. Preis: DM 68,-.

Der Weltreisende in Sachen Natur, Carl Albrecht von Treuenfels, hat wieder ein faszinierendes und spannendes Buch vorgelegt. Von den Bambuswäldern Chinas bis zu den Falkland-Inseln schlägt es einen weiten geographischen Bogen. Von Reisen, die über eine Spanne von zehn Jahren erfolgten, schildert der Autor unter dem Motto »Naturschutz mit und für den Menschen« seine Eindrücke und Erlebnisse mit der Natur in zahlreichen Ländern der Erde und bewertet aus eigener Anschauung anhand von internationalen Projekten die vielfältigen Bemühungen von Menschen und Organisationen, die Natur zu erhalten.

Der Autor schildert nicht nur die positiven Beispiele, sondern weist auch auf Mißerfolge hin und übt konstruktive Kritik; Fragen des »sanften Tourismus«, der »nachhaltigen, naturverträglichen Nutzung« und des »Miteinanders von Ökologie und Ökonomie« werden in den verschiedenen Ländern hinterfragt.

Dieses Buch ist eine gute Mischung aus Sachinformationen und persönlichen Eindrücken und sicher eine gute Werbung für den Naturschutz. Es wird auch beim einen oder anderen die Lust auf Reisen wecken in die Natur der verschiede-

nen Kontinente. Sicher tragen auch die bisher nicht gezeigten, hervorragenden Bilder seltener Tiere, Pflanzen und Landschaften, aber auch der dort lebenden Menschen dazu bei. Eike Hartwig

GARTHE, Stefan, und Alexander MITSCHKE (1994):

Artenhilfsprogramm und Rote Liste der gefährdeten Brutvögel in Hamburg

Naturschutz und Landschaftspflege in Hamburg/Schriftenreihe der Umweltbehörde Hamburg, Heft Nr. 41; 160 S., mit zahlreichen Verbreitungskarten, Farb- und Schwarzweißfotos. Herausgegeben von der Umweltbehörde Hamburg/Naturschutzamt, Billstr. 84, 20539 Hamburg. Preis: DM 10,-.

An Brutvögel wurden bis 1992 (Bearbeitungsstand des vorliegenden Heftes) im Hamburger Stadtgebiet 177 Arten festgestellt, von denen derzeit noch 161 brüten. 79 Arten des gegenwärtigen Bestandes sind bedroht oder gefährdet, dieses ist die nüchterne Bilanz.

Für die behandelten Arten werden sehr informative, aktuelle Kurzavifaunen geliefert, die nach folgendem Muster gegliedert sind: Vorkommen und Bestand, Bestandsentwicklung, Habitatwahl, Gefährdung und Schutzmaßnahmen; in diese Arttexte werden auch die Brutvorkommen in der Umgebung Hamburgs, in Niedersachsen und Schleswig-Holstein, einbezogen und gesondert diskutiert.

Die Verbreitungskarten der Artbearbeitungen enthalten z.T. Brutnachweise aus unterschiedlichen Zeiträumen (bei einigen Arten auf zwei Karten verteilt), die damit Veränderungen deutlich machen. Zahlreiche informative Vogel- und Landschaftsfotos sind dem Heft beigelegt.

Zwei kritische Anmerkungen bleiben noch zu machen: Zum einen ist es bedauerlich, daß der Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer nicht berücksichtigt wurde; hier wird man sich zukünftig nach der Roten Liste von Niedersachsen richten müssen. Zum anderen besteht Erklärungsbedarf für die Einordnung in den Gefährdungsstatus (besonders bei Arten mit 0 bis wenige Brutpaare).

Eike Hartwig

SITTIG, Walter (1995):

Sittigs Tierleben

Fotos wider den tierischen Ernst

112 S., 150 s/w-Fotos, Umschlag cellophanisiert; Fadenheftung, Format 21x20 cm; ISBN 3-9894419-0-3. Verlag Walter Sittig, Postfach 27, 34306 Emstal 1. Preis: DM 25,-.

Der Tierfotograf Sittig beobachtet Tiere mit der Kamera; herausgekommen sind witzige, lustige, komische und bisweilen skurrile Tierschnappschüsse. Der Reiz dieser Fotos liegt darin, daß jeder Betrachter in die Bilder hineindenken kann, was ihm einfällt, und daß jeder dadurch seinen eigenen Spaß hat. Die Bildunterschriften in diesem Buch stellen also nur jeweils eine von zahlreichen Möglichkeiten dar, die humorvollen Tieraufnahmen zu kommentieren. In den Ideen-Assoziationen, daß Tiere auf menschliche Weise agieren, liegt vor allem die Komik. – Dieses Buch bereitet zeitlos Freude.

Eike Hartwig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [17_2_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Kausch Hartmut

Artikel/Article: [Vorhersehbare Auswirkungen der erwarteten Klimaänderungen auf die Ökologie der norddeutschen Ästuare, dargelegt am Beispiel der Elbe 21-26](#)