download unter www.zobodat.at

Die Höhenlage des ostfriesischen Emsalluviums im Vergleich zum Wasserstande der Ems

von Dodo Wildvang.

I. Das ostfriesische Emsalluvium.

A. Die Umgrenzung.

Mit der Vollendung ihres Mittellaufes verläßt die Ems die große münsterländische Talsandstufe und tritt unweit der Fehnstadt Papenburg in das ostfriesische Emsalluvium ein, das ihren Lauf beiderseits in großer Ausdehnung bis zu ihrem Eintritt in den Dollart begleitet. Nun ist allerdings der Lauf der Ems mit dieser Einmündung in den Dollart noch nicht beendet. Aber gleich nach erfolgtem Austritt aus dem Busen, unterhalb der Knock, erweitert sich das Flußbett derart seenartig, daß die angrenzenden Alluvialgebiete — wenigstens in der letzten Zeit ihrer Entwicklung — mehr unter dem direkten Einfluß der Nordsee als unter dem Einfluß der Ems standen und dementsprechend dem Nordseealluvium zugerechnet werden müssen.

Auch entfällt der linksemsische Anteil dieses Gebietes auf das Königreich der Niederlande und ist m. W. bisher noch nicht geologisch-agronomisch bearbeitet worden. Der rechtsemsische Anteil dagegen, das Alluvium zwischen der Ley und der nördlichen Dollartküste, ward bereits früher vom Verfasser in einer besonderen Abhandlung*) eingehend erörtert. Wir

*) Dodo Wildvang, Das Alluvium zwischen der Ley und der nördlichen Dollartküste 1915 (Selbstverlag).

download unter www.zobodat.at

können deshalb unser Augenmerk auf das Alluvium beiderseits der Ems von Papenburg abwärts bis an die Stadt Emden heran beschränken, und dieses Gebiet umfassen wir mit dem Ausdruck „ostfriesisches Emsalluvium". Hinzugerechnet seien jedoch noch die alluvialen Täler der auf dieser Strecke in die Ems einmündenden Flüsse, der Leda mit der Jümme, des Fehntjer Tiefs und der in ihrem Unterlauf zum Ems-Jade-Kanal ausgebauten Ehe. Von diesen Nebenflüssen sind die beiden letztgenannten seit der Errichtung der Emsdeiche durch Siele geschlossen und stehen somit nicht mehr unter dem Einfluß des Gezeitenwechsels.

Das ostfriesische Emsalluvium findet seine Umgrenzung größtenteils in dem sanft aus ihm ansteigenden Rande der diluvialen Geest. Doch ist diese natürliche Umrandung nicht immer eine durchlaufende. Vielfach nämlich löst sich der Geestrand in größere oder kleinere Jnseln auf, durch deren Zwischenräume die Ausläufer des Emsalluviums hindurchgreifen und mit den größeren Mooren im Innern Ostfrieslands in Verbindung treten. Im Westen ist die Abgrenzung zum Teil eine künstliche und erfolgt durch den alten Dollartdeich, der sich unter Anlehnung an den diluvialen Vorsprung der Bunderhee in durchweg nördlicher Richtung bis Pogum, der Einmündungsstelle der Ems in den Dollart, erstreckt. Im Norden geht die Landschaft ohne besondere Abgrenzung in das ostfriesische Nordseealluvium über.

Gegen das Wechselspiel der Gezeiten ist das Emsalluvium wahrscheinlich schon seit mehr als einem Jahrtausend durch Deiche abgegrenzt, die sich beiderseits der Ems, der Leda und der Jümme in ununterbrochener Linie hinziehen. An der unteren Ems nehmen sie ganz den Charakter der haushohen Seedeiche an und erwiesen sich schon seit mehr als einem Jahrhundert auch den stärksten Sturmfluten gewachsen. Stromaufwärts jedoch verlieren sie an Ausmaß und dementsprechend auch an Widerstandskraft. Deichbrüche, bei denen große Flächen des Emsalluviums zur Ueberflutung gelangen, gehören hier deshalb auch gar nicht zu den Seltenheiten.

Nach den Höhenangaben der Meßtischblätter liegt die Deichkappe bei Pogum + 6,8 m über NN., zwischen Ditzum und Hatzum + 6 m, senkt sich im weiteren Verlauf stromaufwärts allmählich und erreicht beispielsweise bei dem Stapelmoorer Siel gegenüber Mark nur noch eine Höhe von + 3,7 m, bei Halte, dem südlichsten Ort im ostfriesischen Emsalluvium, eine solche von + 3,6 m NN.

Auf der reichlich 12 km langen Strecke vom Jemgumer-Kloster bis zur Weener-Muhde beträgt der Höhenunterschied

download unter www.zobodat.at

nach den in den Deich eingeschlagenen Höhenmarken 0,49 m. Hier ist die Kappenbreite auf 2,04 m, die Außenberne auf 4,67 m und die Innenberne auf 3,50 m vorgeschrieben; Dementsprechend hat der Deichfuß hier eine Breite von 10,21 m.

Am rechtsemsischen Ufer finden wir folgende Höhenangaben verzeichnet: bei Borssum + 6,8 m, bei Petkumer-Müntje + 5,4 m, bei Oldersum + 5,5 m, bei dem Heisfelder Siel + 5,7 m, bei Koldemüntje + 4,6 m und bei Völlen ebenfalls + 4,6 m NN.

Die Ledadeiche haben mit + 4,4 m NN ihre höchste Höhe erreicht; gegenüber der Einmündung des Haupt-Fehn-Kanals stellt sie sich nur noch auf + 2,8 m NN. Die Deiche der Jümme bewegen sich im Durchschnitt auf einer Höhe von + 3 m bis + 3,2 m NN.

Oberhalb des Landwehrkanals, der den Jümmiger Hammrich gegen den Zufluß des Binnenwassers abschließen soll, zieht sich der Ledadeich nur noch am rechten Ufer des Flusses entlang. Am gegenüberliegenden Ufer fehlt ein durchlaufender Deich. Statt dessen sind hier die einzelnen Parzellen von meterhohen Erdwällen eingefaßt, und in den tief in den Boden einschneidenden Gräben, die in direkter Verbindung mit der Leda stehen, vollzieht sich der Gezeitenwechsel in dem gleichen Maße wie in dem Fluß. Natürlich gewähren diese schwachen Erdwälle keinen genügenden Schutz gegen die hohen Fluten der kalten Jahreszeit. Doch das ist bisher kein Nachteil für die Ländereien gewesen. Hat nämlich die schlickgeschwängerte Flutwelle erst die Erdwälle überschritten, so wird sie von diesen festgehalten und gezwungen, bei völliger Beruhigung die mitgeführten Sedimente restlos niederzuschlagen. Infolgedessen sind diese Ländereien entschieden stärker aufgeschlickt und liefern dementsprechend auch weit bessere Erträge als andere weiter stromabwärts. Verschließbare Durchlässe in den Erdwällen ermöglichen es, daß man das Wasser zu jeder Ebbe nach Belieben wieder abfließen lassen kann. Erst durch den Straßendamm Potshausen-Rinzeldorf, der sich um einige Meter über das Gelände erhebt, wird die Flutwelle aufgefangen und von den tiefer liegenden Moorflächen abgehalten. Von Rinzeldorf an bis noch weit ins Oldenburgische hinein ist dann auch wieder das linke Flußufer von einem durchlaufenden Deich begleitet.

B. Die Höhenlage.

Betrachtet man von einem erhöhten Standpunkt, etwa von der Kappe der Deiche aus das Emsalluvium, so erscheint es uns als eine schier unabsehbare, baumlose Ebene ohne den

download unter www.zobodat.at

geringsten Höhenunterschied. Doch hier trügt der Blick. Man braucht nur einen der vielen Feldwege oder an den Kanälen entlang zu wandern, die sich von den Deichen aus rechtwinkelig ins Binnenland erstrecken, und erkennt schon mit dem bloßen Auge an dem Wasserspiegel der Kanäle oder der Gräben und ihren Uferrändern einen wesentlichen Höhenunterschied zwischen den festen, tiefgründigen Schlickufern der Flüsse und den weiter landeinwärts gelegenen anmoorigen Hammrichen. Stellenweise lassen sich sogar Höhendifferenzen von mehr als 2 m nachweisen. So gibt es z. B. im Petkumer-Hammrich Distrikte, die sich bis auf — 1,1 m NN. hinabsenken, während sich anderwärts wieder die festen Tonufer bis auf + 1 m NN. erheben können. Doch gehören derartige Höhenunterschiede zu den Seltenheiten und haben ihre besondere Ursache, auf die erst später eingegangen werden soll.

Was die geologische Zusammensetzung des Emsalluviums anbetrifft, so lassen sich fast überall drei verschiedene Zonen unterscheiden: 1. die festen, tiefgründigen Schlickufer der Flüsse, 2. die überschlickten und 3. die noch frei zutage tretenden Niederungsmoore. Erstere bezeichnet man im Volksmunde der größeren Höhenlage wegen als die „hohe Kante", die beiden letzteren als die „Hammriche". Die Abgrenzung der „hohen Kante" erfolgte einerseits durch die Deichlinie, andererseits ist sie eine unterirdische und dementsprechend auch nur eine ungefähre. Sie ergibt sich aus dem Gesamtresultat einer größeren Anzahl von Handbohrungen und stellt gleichsam eine äußerste Kurvenlinie derjenigen Bohrstellen dar, bei denen die feste Tonschicht mit dem Zweimeterbohrer noch nicht durchteuft ward. Die horizontale Ausdehnung der „hohen Kante" richtet sich nach ihrer Entfernung von den Mündungen der Flüsse, die sie begleitet. Je weiter sie sich also stromaufwärts erstreckt, desto geringer wird ihre Breite. An den Oberläufen der in die Ems einmündenden Nebenflüsse schrumpft sie zuletzt vollends zusammen. Einige Beispiele mögen dieses illustrieren:

Es stellt sich die horizontale Ausdehnung des tiefgründigen Tonufers der Ems an der rechten Seite des Flusses

1. auf der Strecke von Borssum bis Rorichum:

bei Borssum	auf	1100 m
„ Jarssum	„	900 „
„ Petkum	„	850 „
„ Gandersum	„	950 „
„ Rorichum	„	850 „

Im Durchschnitt auf dieser Strecke $= \frac{4650 \text{ m}}{5} = 930$ m

download unter www.zobodat.at

2. auf der Strecke von Rorichum bis Leer:

bei Rorichum	auf	850 m
„ Terborg	„	800 „
„ Sautersiel	„	600 „
„ Thedinger-Vorwerk	„	450 „
„ Heyenhörn (nordwestl. v. Leer	„	300 „

Im Durchschnitt auf dieser Strecke $= \frac{3000 \text{ m}}{5} = 600$ m

3. auf der Strecke von Driever nach Völlen:

bei Driever	„	300 m
„ Grotegaste	„	250 „
„ Hilkenborg	„	250 „
„ Völlen	„	200 „

Im Durchschnitt auf dieser Strecke $= \frac{1000 \text{ m}}{4} = 250$ m

Die horizontale Ausdehnung der festen Tonufer an den Nebenflüssen stellt sich

a) an der Ehe (Ems-Jade-Kanal), linkes Ufer:

bei Emden	„	1000 m
„ Wolthusen	„	600 „
„ Uphusen	„	350 „
„ Uphuser-Klappe	„	50 „
weiter aufwärts	„	0 „

Im Durchschnitt also . . . . . auf $\frac{2000 \text{ m}}{5} = 400$ m

b) am Fehntjer Tief, linkes Ufer:

längst der Bahn bei Oldersum .	„	900 m
westlich von Tergast	„	500 „
nördlich von Tergast	„	150 „
südlich von Simonswolde . . .	„	50 „
weiter aufwärts	„	0 „

Im Durchschnitt also . . . . . auf $\frac{1600 \text{ m}}{5} = 320$ m

c) an der Leda, linkes Ufer:

bei Kloster-Muhde	„	300 m
„ der Ledabrücke	„	250 „
„ Nettelburg	„	200 „
„ Amdorf	„	100 „
„ Thedingshof	„	0 „

Im Durchschnitt also . . . . . auf $\frac{850 \text{ m}}{5} = 170$ m

download unter www.zobodat.at

Aus dieser Zusammenstellung ist zweierlei zu erkennen. Erstens zeigt sie uns, daß die festen Tonufer der Flüsse stromabwärts an horizontaler Ausdehnung ständig zunehmen. Sodann ersehen wir auch, daß die Ufer der Nebenflüsse, unter sich verglichen, um so kräftiger entwickelt sind, je mehr sich die Einmündungen dieser Nebenflüsse dem Mündungstrichter der Ems nähern, d. h. mit anderen Worten, je intensiver die Flutwelle der Nordsee auf ihre Gestaltung einwirken konnte.

Um nun einer falschen Auffassung vorzubeugen, mag hier noch erwähnt sein, daß sich die Verjüngung der Tonufer flußaufwärts nicht in so regelmäßiger Weise vollzieht, wie es nach der obigen Zusammenstellung den Anschein hat. Hier und dort stellen sich auch Ausbuchtungen oder Einschnürungen ein, die auf eine Verschiebung des Flußbettes oder auch auf buchtenartige Auskolkungen und Wiederverlandungen während der ganzen Entwickelungsperiode des Emsalluviums zurückgeführt werden müssen.

Was nun die Höhenlage dieser festen Tonufer anbetrifft, so mögen uns darüber folgende Angaben nähere Auskunft verschaffen. Auch in dieser Hinsicht behalten wir die dreigliederige Einteilung des Emsalluviums in ein unteres, mittleres und oberes bei.

Es stellt sich die Höhenlage der festen Tonufer

a) im unteren Emsalluvium:

südlich von Pogum . .	auf	+ 1,1 m NN.
bei Nenndorp	„	+ 1,2 „ „
„ Woltersterborg . .	„	+ 1,3 „ „
„ Rorichum	„	+ 1,3 „ „
„ Gandersum . . .	„	+ 0,8 „ „
„ Widdelswehr . . .	„	+ 0,6 „ „

Im Durchschnitt also auf $\frac{+ 6{,}3 \text{ m}}{6} = + 1{,}05 \text{ m NN.}$

b) im mittleren Emsalluvium:

östlich von Terborg .	auf	+ 0,4 m NN.
südöstlich von Terborg	„	+ 0,9 „ „
bei Thedinger-Vorwerk	„	+ 1,2 „ „
„ Jemgumer-Fähre .	„	+ 1,3 „ „
„ Kloster-Muhde . .	„	+ 0,9 „ „
„ Coldeborg	„	+ 0,8 „ „
„ Soltborg	„	+ 0,9 „ „

Im Durchschnitt also auf $\frac{+ 6{,}4 \text{ m}}{7} = + 0{,}91 \text{ m NN.}$

download unter www.zobodat.at

c) im oberen Emsalluvium:

bei Driever	auf	+ 1,2 m NN.
„ Weekeborg	„	+ 0,9 „ „
„ Grotegaste	„	+ 1,1 „ „
„ Hilkenborg	„	+ 0,7 „ „
„ Mark	„	+ 0,6 „ „
„ Weener	„	+ 0,9 „ „
„ der Eisenbahnbrücke	„	+ 0,9 „ „

Im Durchschnitt also auf $\frac{+ 6{,}3 \text{ m}}{7}$ = + 0,90 m NN.

Ein wesentlicher Unterschied läßt sich hier also nicht feststellen. Die festen Tonufer der Ems haben im Durchschnitt eine Höhenlage von rund + 0,9 m NN. aufzuweisen.

Anders liegen die Verhältnisse in den Hammrichen. Wir unterscheiden auch hier der besseren Uebersichtlichkeit wegen drei Gebiete: Die Hammriche im unteren, im mittleren und oberen Emsalluvium, denen alsdann als viertes Gebiet der Jümmiger-Hammrich, zwischen der Leda und der Jümme gelegen, noch hinzugefügt werden soll. Abnorme Tiefenlagen, die besonders in den im unteren Emsalluvium durch Wasserschöpfmühlen künstlich trocken gelegten Binnenseen verzeichnet stehen, bleiben dabei außer Betracht. Dasselbe gilt von den in spätalluvialer Zeit abgeschnürten und besonders hoch aufgeschlickten Flußschleifen und Einbuchtungen. Als Unterlagen bedienen wir uns auch hier der in den Meßtischblättern verzeichneten Höhenmarken.

Es stellt sich die Höhenlage der Hammriche

a) im unteren Emsalluvium:

1. links der Ems

südlich von Ditzum	— 0,1 m NN.
im Ditzumer-Hammrich . .	— 0,2 „ „
„ Oldendorper-Hammrich	— 0,6 „ „
in Hatzumerfehn	— 0,6 „ „
in Hatzumerfehn	— 0,4 „ „
bei Marienchor	— 0,1 „ „
am Coldeborger-Tief . .	— 0,4 „ „

Im Durchschnit . . . . . $\frac{- 2{,}4 \text{ m}}{7}$ = — 0,35 m NN.

2. rechts der Ems

südwestl. vom Bams-Meer	— 0,2 m NN.
südlich von Uphusen . . .	— 0,4 „ „
nordöstlich von Borssum .	— 0,1 „ „
zu übertragen	— 0,7 m NN.

download unter www.zobodat.at

Uebertrag	— 0,7 m NN.
nördlich von Petkum . .	— 0,3 „ „
am Petkumer Tief	— 0,6 „ „
nördlich von Gandersum .	— 0,3 „ „
westlich vom Waskenmeer	— 0,5 „ „
Im Durchschnitt	$\frac{-2{,}4\text{ m}}{7}$ = — 0,35 m NN.

Die durchschnittliche Höhenlage der Hammriche, im unteren Emsalluvium beiderseits der Ems stellt sich demnach auf rund — 0,35 m NN.

b) im mittleren Emsalluvium:

1. links der Ems

südlich von Kritzum . . .	+ 0,6 m NN.
südwestlich von Midlum .	+ 0,3 „ „
südwestlich von Jemgum .	+ 0,2 „ „
nordwestl. von Holtgaste .	— 0,1 „ „
am Soltborger-Tief . . .	— 0,2 „ „
am Dwarstief	— 0,1 „ „
Im Durchschnitt	$\frac{+0{,}7\text{ m}}{6}$ = + 0,11 m NN.

2. rechts der Ems

südwestl. von Veenhusen	+ 0,2 m NN.
westl. v. Kl.-Thedinga . .	— 0,1 „ „
westlich von Nüttermoor .	+ 0,1 „ „
südlich von Nüttermoor .	+ 0,4 „ „
westlich von Heisfelde . .	+ 0,4 „ „
östlich von Driever . . .	+ 0,2 „ „
Im Durchschnitt	$\frac{+1{,}2\text{ m}}{6}$ = + 0,2 m NN.

Die durchschnittliche Höhenlage der Hammriche im mittleren Emsalluvium beiderseits der Ems beträgt demnach $\frac{+0{,}11\text{ m und } +0{,}20\text{ m}}{2}$ = + 0,15 m NN.

c) im oberen Emsalluvium:

1. links der Ems

am Weener-Sieltief . . .	+ 0,6 m NN.
südlich davon	+ 0,3 „ „
östlich von Stapelmoor .	+ 0,3 „ „
nördlich von Vellage . . .	+ 0,2 „ „
Im Durchschnitt	$\frac{+1{,}4\text{ m}}{4}$ = + 0,35 m NN

download unter www.zobodat.at

2. rechts der Ems

am Eisenbahndamm . . .	+ 0,1 m NN.	
am Wallschlot	— 0,1 „ „	
östlich von Mark	+ 0,3 „ „	
westl. v. Steenfelderkloster	+ 0,6 „ „	
Im Durchschnitt	$\frac{+ 0,9 \text{ m}}{2}$	= + 0,45 m NN.

Die durchschnittliche Höhenlage der Hammriche im oberen Emsalluvium beträgt demnach $\frac{+ 0,35 \text{ m NN. und} + 0,45 \text{ m NN.}}{2}$ = + 0,40 m NN.

d) in dem Gebiet zwischen der Leda und der Jümme (Jümmiger Hammrich):

südlich von Neuburg . .	+ 0,7 m NN.	
östlich von Wolde	+ 0,6 „ „	
südlich von Oldehof . . .	+ 0,8 „ „	
südwestl. von Stickhausen	+ 0,5 „ „	
in der Mitte d. Hammrichs	+ 0,5 „ „	
Die durchschnittliche Höhe des Jümmiger Hammrichs beträgt also	$\frac{+ 3,1 \text{ m}}{5}$	= + 0,62 m NN.

Vergleichen wir nun die gefundenen Durchschnittshöhen miteinander, so ist eine fortschreitende Senkung von Gruppe zu Gruppe stromabwärts unverkennbar. Die Hammriche im oberen Emsalluvium erheben sich um 0,10 m über diejenigen im mittleren und um 0,60 m über die im unteren Emsalluvium. Ziehen wir nun auch noch den Jümmiger Hammrich zum Vergleich heran, so stellt sich die größte Höhendifferenz sogar auf 0,97 m.

Im Vergleich zu den festen Emsufern senken sich die Hammriche wie folgt:

a) im unteren Emsalluvium

Höhenlage der Emsufer + 1,05 m NN., der Hammriche — 0,35 m NN., Höhendifferenz = 1,25 m.

b) im mittleren Emsalluvium

Höhenlage der Emsufer + 0,91 m NN., der Hammriche + 0,15 m NN., Höhendifferenz = 0,76 m.

c) im oberen Emsalluvium

Höhenlage der Emsufer + 0,90 m NN., der Hammriche + 0,40 m NN., Höhendifferenz = 0,65 m.

download unter www.zobodat.at

Für einen diesbezüglichen Vergleich im Ledatal fehlen uns leider die Höhenangaben der Flußufer.

Die Ursachen dieser von uns festgestellten Höhenunterschiede liegen einerseits in der Art und Weise, in der sich der Aufbau des Emsalluviums vollzog, andererseits in den Verwitterungsprozessen, denen es nach seiner Landfestwerdung, d. h. nach der Errichtung der Deiche unterworfen ward. Als aufbauender Faktor — soweit wie die festen Tonufer der Flüsse und die auskeilende Schlicktondecke in den Hammrichen in Betracht ziehen — steht die Flutwelle der Nordsee an erster Stelle. Ihre Transportkraft war jedoch seiner Zeit nicht so groß wie gegenwärtig. Der Dollart fehlte, der Mündungstrichter der Ems lag weit zurück, und bevor die Flutwelle das Gebiet unseres Emsalluviums erreichte, hatte sie schon einen großen Teil ihrer transportierenden Kraft eingebüßt und die schweren Sedimente niedergeschlagen. Infolgedessen führen auch die Tonufer der Ems im Gegensatz zu den Küstenstrichen keine Sande, sondern nur äußerst fette Tone. Diese wurden, sobald die Flutwelle aus dem Bett der Ems heraustrat, in erster Linie an den Ufern abgesetzt.

Man könnte nun annehmen, die Ufer hätten dadurch von Anfang an eine größere Höhenlage erhalten als die Hammriche des Binnenlandes. Das widerspricht jedoch den Beobachtungen, die man noch gegenwärtig bei einem Verlandungsvorgang im Wattenmeer machen kann. Auch hier bedient sich die Flutwelle der in großer Zahl sich durchs Wattenmeer hindurchschlängelnden Wattenflüsse, der Priele oder Rieden, als Einfallstore, über deren Ufer hinweg sie sich über das Wattenmeer ergießt. Verfolgt man einen derartigen Vorgang, so kann man die interessante Feststellung machen, daß das einlaufende Flutwasser, so lange es die Priele hinaufeilt, Sedimente der verschiedensten Korngrößen mit sich fortschleppt. Uebersteigt es aber die Ufer, so verliert es sofort an Geschwindigkeit und dementsprechend auch an Transportkraft und schlägt zuerst am Ufer des Priels die schweren, mit wachsender Enfernung von demselben immer feiner werdende Sedimente nieder. In einem vom Priel ausgehenden Bodenschnitt kann man dementsprechend alle möglichen Uebergangsformen von den tonigen Feinsanden bis zu den fetten, sandfreien Tonen (ŤS—TS—T̄S—S̄T—ST—Š̄T—T) feststellen. Daß nun aber die Ufer des Priels auch eine größere Höhenlage aufweisen als die Schlickgründe in weiterer Entfernung, kann man nicht sagen. Vielmehr trifft das Gegenteil zu. Bei abfallender Ebbe sieht man zumeist zuerst die Schlickgründe des Wattenmeeres und erst später die sandigen

download unter www.zobodat.at

Ufer der Priele aus dem Wasserspiegel auftauchen. Und auch bei einer völligen Landfestwerdung des Wattenmeeres vollzieht sich dieser Vorgang durchweg von der Küste und nicht etwa von den Flußufern des Wattenmeeres aus. Nur da, wo das Wasser Sandbänke aufzubauen vermag, begegnet man anderen Verhältnissen.

Gesetzt einmal, die Tonufer der Ems hätten schon während der Zeit der Entwickelung, wenn auch nur zeitweise, eine größere Höhenlage gehabt als die Hammriche des Binnenlandes, so würde doch bei jeder Flut die über die erhöhten Ufer hinwegschreitende Flutwelle in der Einsenkung des Binnenlandes eingeschlossen worden sein und bei völliger Beruhigung die mitgeführten Sedimente restlos niedergeschlagen haben. Die gesamten Hammriche hätten alsdann eine weit stärkere Aufschlickung erfahren und würden zu den ergiebigsten Weideflächen umgestaltet worden sein. Das alles jedoch ist nicht geschehen. Und wenn es unterblieb, so kann dieses nur dadurch verursacht worden sein, daß sich während der ganzen Entwickelungsperiode die Tonufer der Flüsse und die Flachmoorbildungen der Hammriche des Binnenlandes in Bezug auf ihre Höhenlage das Gleichgewicht hielten. Dabei haben die Hammriche in ihren dem Flußufer zunächst gelegenen Schilfbeständen die über die Ufer hinwegschreitende Flutwelle aufgefangen, sie in ihrem Laufe gehemmt und zum rascheren Niederschlag gezwungen, während in weiterer Entfernung die Vegetation den Aufbau der Flachmoore in gleich starkem Maße betrieb. Das alles sind Vorgänge, die sich in der Beschaffenheit des von Pflanzenresten stark durchsetzten Tonbodens auf der Grenzzone zwischen den Ufern und den Hammrichen wiederspiegeln, und die sich noch jetzt auf den mit Schilf bestandenen Außendeichsländereien beobachten lassen. Die von uns erkannten Höhendifferenzen können sich also erst später nach vollzogener Festlandwerdung entwickelt haben und zwar infolge verschiedener Vorgänge, unter denen die Verwitterung eine Hauptrolle spielt, und auf die im Nachstehenden näher eingegangen werden soll.

Die Verwitterung eines Bodens äußert sich in zweifacher Weise, in der Auslaugung der vorhandenen Salze und in der Oxydation, d. h. der langsamen Verbrennung der organischen Bestandteile. Beide führen zu einer Verminderung des Volumens und einer damit verbundenen Einschrumpfung des Bodens, und diese wird um so intensiver, je reicher der Boden an den leicht verweslichen organischen Bestandteilen und je größer seine Mächtigkeit ist.

Im Nachfolgenden wollen wir nun zuerst versuchen, uns an der Hand des vorliegenden Tatsachenmaterials den Ein-

download unter www.zobodat.at

fluß der Verwitterung auf den Grad der Einschrumpfung des Bodens zu illustrieren. Aus der großen Zahl der vorliegenden Bodenanalysen stellen wir zwei sich gegenüber: die Analyse einer frischen Schlickprobe aus der Leda an der Logaer-Fähre und diejenige eines verwitterten Schlicks aus dem Ledaufer in der Nähe der Fähre. Wir wählen gerade diese soweit aufwärts gelegenen Bodenarten, weil wir doch damit rechnen müssen, daß sich im Laufe der Zeit die Flutverhältnisse und dementsprechend die Tragkraft der aufbauenden Flutwelle in der Ems infolge der Bildung des Dollarts, der Erweiterung des Mündungstrichters der Ems und der Abschnürung verschiedener Flußschleifen veränderte und gehen von der Voraussetzung aus, daß zur Zeit der Entwickelung des Emsalluviums die gegenwärtigen Flutverhältnisse der Leda den früheren in der unteren Ems ungefähr entsprechen, daß der jetzt in der Leda abgesetzte Schlick die gleichen Bestandteile aufweist, die den ursprünglichen Schlick der festen Emsufer charakterisierten. Die mechanische Beschaffenheit der Bodenarten spricht für eine solche Annahme.

Chemische Analyse des durch einstündiges Kochen mit konzentrierter Salzsäure zersetzten Bodenmaterials

Analytiker: K. Utescher

Bestandteile	Frischen Schlick	Verwitterter Schlick	Differenz
Tonerde	7,70	6,11	— 1,59
Eisenoxyd	5,58	5,58	—
Kalk	4,29	0,58	— 3,71
Magnesia	3,25	0,58	— 2,67
Kali	1,04	0,69	— 0,35
Natron	0,31	0,18	— 0,15
Kieselsäure (löslich)	16,15	11,37	— 4,78
Schwefelsäure	0,29	0,10	— 0,19
Einzelbestimmungen			
Kohlensäure	4,20	—	— 4,20
Humus	6,30	2,31	— 3,99
Stickstoff	0,39	0,14	— 0,25
Hyroskopisches Wasser b. 105 C°	7,31	6,65	— 0,66
Glühverlust (ausschl. Kohlensäure, Stickstoff, hygr. Wasser und Humus)	2,79	2,90	+ 0,11
In Salzsäure Unlösliches (Ton, Sand, Nichtbestimmtes	39,15	62,66	+23,51
	100,00	100,00	

download unter www.zobodat.at

Nach dieser Zusammenstellung hat der verwitterte Schlick — vorausgesetzt daß er ursprünglich dem frischen Ledaschlick völlig gleichwertig war —, durch den Verwitterungsvorgang rund 22,5% seines Volumens eingebüßt. Eine weitere Verminderung erleidet zudem der Boden noch durch Abwaschung starker Niederschläge. Wem wäre nicht schon das getrübte Wasser in den Gräben und Sieltiefen aufgefallen, wenn sturmgepeitschte Regenschauer über die Felder sich ergießen. Diese Trübe des Wassers, die nichts anders darstellt als abgeschlämmte Bodenteilchen, hält sich oft tagelang in der Schwebe und wird unterdessen durch die Siele dem Meere zugeführt. Bringen wir die Verluste, die der Boden im Laufe vieler Jahrhunderte auf diese Weise erlitt, mit nur 2,5% in Ansatz, so ergibt sich ein Gesamtverlust von rund 25%. Von diesem Verlust wird jedoch nur die obere Zweimeterschicht betroffen, da die Verwitterung im allgemeinen nicht über diese Tiefe hinaus zur Auswirkung kommt. Bei hunderten von Handbohrungen, die ich in den festen Emsufern ausführte, stellte sich beispielsweise der kohlensaure Kalk erst in einer durchschnittlichen Tiefe von 2 m ein. Es ist also für unsere Frage ohne Belang, ob die Mächtigkeit der testen Tonufer dieses Maß überschreitet oder nicht.

Bringen wir nun den auf 25% berechneten Verlust des Bodens für die sich um 0,90 m über Normal-Null erhebenden Tonufer wieder in Anrechnung, so müssen sich diese ursprünglich bis auf rund + 1,13 m NN erhoben haben.

Vergleichen wir hiermit die Höhenlagen der Hammriche (Jümmiger Hammrich + 0,62 m NN, Hammrich im oberen Emsalluvium + 0,25 m NN, im mittleren Emsalluvium + 0,20 m NN und im unteren Emsalluvium — 0,35 m NN), die nach unseren obigen Ausführungen ursprünglich die gleichen waren, so müssen hier Bodeneinsenkungen stattgefunden haben, die sich auf 0,51 m, 0,88 m, 0,93 m ja selbst auf 1,75 m belaufen. Wie ist das möglich?

Im Gegensatz zu den aus anorganischen Bestandteilen aufgebauten Flußufern setzt sich der Hammrichboden — abgesehen von der dünnen Schlicktondecke — fast nur aus organischen Stoffen zusammen. Dazu ist das Gefüge vielfach noch so locker, daß der Boden unter jedem Hufschlag des Pferdes im weiten Umkreise erzittert, ja stellenweise kaum einen Menschen zu tragen vermag und förmlich auf dem Grundwasser schwimmt. Wird nun dieses durch künstliche Entwässerung gesenkt, so sinkt der Boden mit oder schrumpft um ein beträchtliches zusammen, insoweit er aus dem Wasser hervortritt.

download unter www.zobodat.at

Eine Auslaugung der Pflanzennährstoffe spielt hier eine völlig untergeordnete Rolle. Von weit größerer Bedeutung als diese ist jedoch die Zersetzung des Bodens durch die Einwirkung der Atmosphärilien. Mit dem Sauerstoff der Luft oder der Sickerwässer verbindet sich der Kohlenstoff, der Hauptbestandteil der organischen Bodensubstanz, zu Kohlensäure, mit dem Wasserstoff der Sickerwässer zu Kohlenwasserstoff (Sumpfgas). Bei Vorhandensein von Schwefel entsteht außerdem noch das übelriechende Schwefelwasserstoffgas. Diese Gase entweichen beständig in großen Mengen dem Boden. Bei Bohrversuchen ist der Auftrieb manchmal so stark, daß sich die brennbaren Gase über dem Bohrloch unter einem explosionsähnlichen Knall mit einem Streichholz entzünden lassen. Die stärkste Gasentwickelung findet in der wärmeren Jahreszeit statt, doch wird sie auch im Winter nicht ganz unterbrochen. Man erkennt das an den Gasblasen, die sich stellenweise in ungeheurer Zahl unter der Eisdecke der Entwässerungsgräben ansammeln.

Es liegt auf der Hand, daß durch derartige Vorgänge, die sich nun schon durch den Lauf vieler Jahrhunderte vollzogen haben, eine starke Einsenkung stattfinden mußte, zumal da mit diesen Verwitterungsvorgängen durch die Druckwirkung der oberen Schichten auf die unteren eine Zusammenpressung des Bodens Hand in Hand ging. Und diese Einsenkung muß um so größer sein, je mehr der Boden an Mächtigkeit gewinnt.

Der leider zu früh verstorbene holländische Arzt und Bodenkundige S. P. Rietema stellt in einer kurz vor seinem Tode erschienenen Abhandlung*) interessante Beobachtungen über die Einsenkungen der Moorböden an und führt den Nachweis, daß das Ausmaß dieser Einsenkung in ursächlichem Zusammenhang mit der Mächtigkeit des Bodens steht. Seine Ausführungen sind für uns insofern von besonderem Belange, da es sich dabei um Ablagerungsformen handelt, die denjenigen in den Hammrichen des Emsalluviums entsprechen.

An der Hand zweier, durch den Bau einer Schleuse bei Gaarkeuken erschlossenen Bodenschnitte illustriert er auf einer Strecke von 200 m in Abständen von je 10 m die Mächtigkeit der Moorschicht und die ihr aufgelagerte Schlicktondecke und kommt — unter der Voraussetzung, daß die Schlicktondecke ursprünglich horizontal gelagert war — zu dem Ergebnis, daß die Einschrumpfung (inklinking) der Moor-

*) S. P. Rietema, Het Westerkwartier van de Provincie Groningen 1925 (Verlag E. J. Brill).

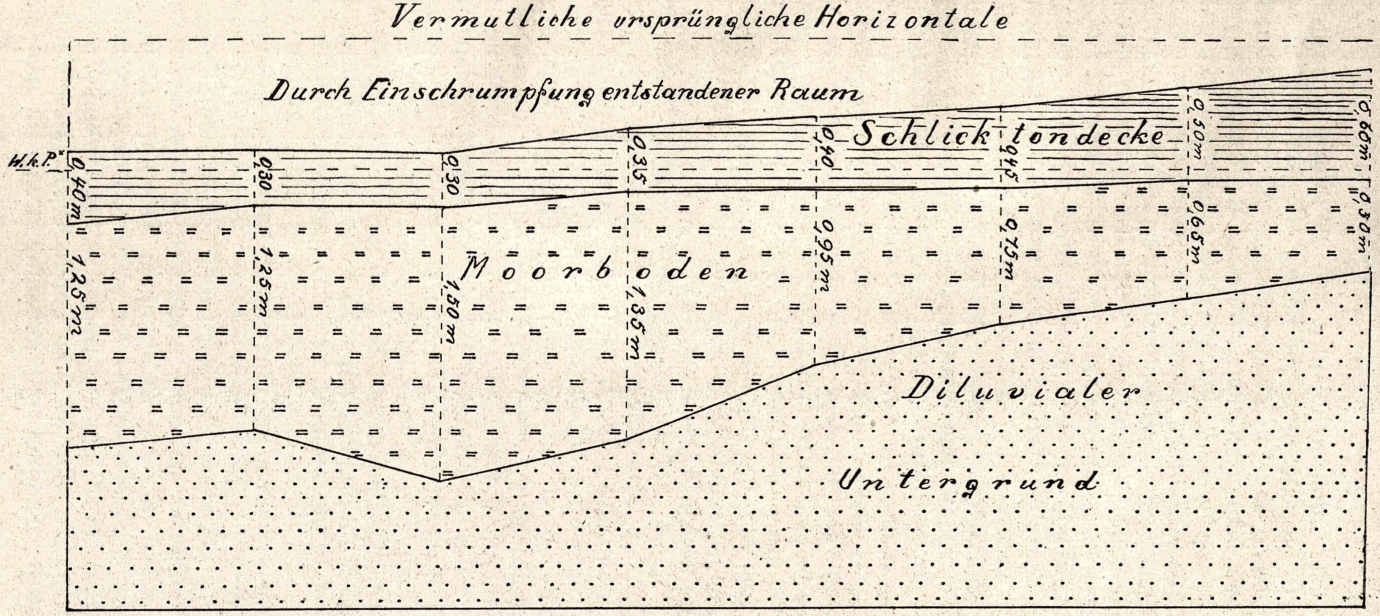
download unter www.zobodat.at

schicht sich im Durchschnitt auf 1,70 m belief. Dabei bleibt allerdings zu berücksichtigen, daß an dem betreffenden Aufschluß die übergelagerte Kleischicht eine größere Mächtigkeit und dementsprechend auch eine größere Druckwirkung hatte, als solches in unseren Hammrichen der Fall ist.

Interessant ist nun besonders dabei zu verfolgen, wie der Einschrumpfungsbetrag sich nach der Stärke der Moorschicht richtet. Ein Teil des betreffenden Schnitts, in dem diese Verhältnisse besonders schön zum Ausdruck kommen, sei in nachstehender Figur 1 wiedergegeben.

Die geringste Mächtigkeit der Moorschicht finden wir bei Punkt 8 mit 0,50 m, die größte bei Punkt 3 mit 1,50 m. Die obere Kante der das Moor transgredierenden Schlicktondecke erhebt sich bei Punkt 8 noch jetzt um 0,65 m über W. K. P., bei Punkt 3 nur noch um 0,09 m. Vorausgesetzt, die obere Kante der Schlicktondecke sei ursprünglich horizontal, wie es bekanntlich bei allen Schlickablagerungen anfangs der Fall ist, so besteht hier in dem Grade der Einschrumpfung des Bodens eine Differenz von 0,56 m, die doch hauptsächlich nur auf die verschiedene Mächtigkeit der Moorschicht zurückgeführt werden kann. Wir lassen dabei allerdings die Einschrumpfung der Schlicktondecke außer acht, die bei Punkt 8, der größeren Stärke dieser Schicht wegen, größer gewesen sein wird als bei Punkt 3. Aber bei dieser größeren Mächtigkeit muß auch der erzeugte Druck und die dadurch bewirkte Einpressung der Moorschicht dort größer sein als hier. Gesetzt, die Tonschicht hätte überall die gleiche Stärke wie bei Punkt 8, so müßte scheinbar — an der Figur gemessen — ihre obere Kante bei Punkt 3 höher liegen und dadurch die von uns gefundene Senkungsdifferenz von 0,56 m sich verringern. In Wirklichkeit würde dann jedoch auch bei Punkt 3 die Einschrumpfung der Tonschicht und die durch erhöhten Druck erfolgte Einpressung des Moores größer sein, vielleicht um einen Betrag, der die Verringerung der Differenz aufheben könnte, so daß also an dem von uns festgestellten Einschrumpfungsbetrag von 0,56 m nichts geändert würde.

Wenden wir nun diese Feststellung auf das gesamte ostfriesische Emsalluvium an, so wird es uns nicht mehr schwer fallen, die Ursachen der von uns erkannten Höhenunterschiede in den verschiedenen Hammrichsdistrikten zu verstehen. Auch hier ist die Mächtigkeit der Moore eine schwankende. Sie steigert sich mit zunehmender Annäherung an das Mündungsgebiet der Ems. Im Jümmiger-Hammrich, dem am höchsten gelegenen Anteil des Emsalluviums, ist der diluviale Untergrund in den meisten Fällen mit 2 m erreicht. Die durchschnittliche Mächtigkeit der Alluvionen kann hier demnach



*W.k.P. = Westerkwartierpeil = 92 - NAP.

Figur 1

Bodenschnitt in der Baugrube der Schleuse bei Gaarkeuken.

download unter www.zobodat.at

auch auf 2 m angesetzt werden, der Einschrumpfungsbetrag ist 0,28 m. Im oberen Emsalluvium ist zwar streckenweise das Diluvium auch noch mit 2 m anzutreffen, anderwärts aber senkt es sich bald tiefer hinab. Die Durchschnittsmächtigkeit des Hammrichbodens sei hier auf 3 m angesetzt. Der Einschrumpfungsbetrag stellt sich auf 0,61 m. Im mittleren Emsalluvium beläuft er sich bei einem auf 4 m eingeschätzten Mächtigkeitsdurchschnitt auf 0,82 m. Im unteren Emsalluvium ist der diluviale Untergrund mit dem Zweimeterbohrer nirgends mehr zu erreichen. Es sind aber vom Verfasser verschiedene Peilungen vorgenommen und die Ergebnisse von Brunnenbohrungen eingesammelt worden, die uns einen genügenden Aufschluß auch über die Stärke des Alluviums in diesem Gebiet verschaffen.

Einige dieser Ergebnisse, die sich über größere Gebiete verstreuen, seien hier kurz zusammengestellt.

Es wurde der diluviale Untergrund festgestellt:

im Ditzumer-Hammrich	in einer Tiefe von	6,80 m
„ „ „	„ „ „	6,50 „
„ „ „	„ „ „	5,80 „
„ Hatzumer „	„ „ „	4,80 „
„ „ „	„ „ „	6,50 „
„ Jemgumer „	„ „ „	3,50 „
„ „ „	„ „ „	4,70 „
„ Petkumer „	„ „ „	4,20 „

Im Durchschnitt also $\frac{42{,}80 \text{ m}}{8} = 5{,}35 \text{ m}$

Der Einschrumpfungsbetrag ist hier 1,27 m. Fassen wir nun die Ergebnisse unserer bisherigen Untersuchungen zusammen, so gelangen wir zu folgendem Gesamtresultat: Die obere Kante des gesamten ostfriesischen Emsalluviums verlief ursprünglich, d. h. gleich nach erfolgter Eindeichung horizontal und hielt sich in einer Höhe von + 1,13 m NN. Infolge der Verwitterung, der Einpressung und der künstlichen Entwässerung schrumpften die festen Tonufer um 0,23 m auf + 0,9 m NN, die Hammriche dagegen senkten sich je nach der Stärke ihrer Moorschicht im Gebiet der Leda-Jümme auf + 0,62 m NN, im oberen Emsalluvium auf + 0,25 m NN, im mittleren auf + 0,20 m NN und im unteren Emsalluvium auf — 0,35 m.

---

download unter www.zobodat.at

II. Der Gezeitenwechsel im unteren Emsgebiet.

In den Flußläufen der unteren Ems und ihrer Nebenflüsse vollzieht sich seit undenklichen Zeiten der ständige Wechsel zwischen Ebbe und Flut. Doch gelangte dieses Gezeitenspiel von Anfang an nicht in so starkem Maße zur Auswirkung wie gegenwärtig. Infolge der ursprünglich größeren Höhenlage des Bodens und der weiteren Entfernung der Nordseeküste ward nämlich dem Flutstrom der Eintritt ins Gebiet des gegenwärtigen Emsalluviums erschwert, und sein Einfluß auf die Gestaltung desselben war auch nur eine minimale. Ja, wir müssen sogar damit rechnen, daß in der allerersten Alluvialzeit ein Gezeitenwechsel hier überhaupt noch nicht erfolgte. Die tiefgründigen Waldmoore mit eingewurzelten Baumstümpfen, die allenthalben im Untergrunde bis hart an die Flußufer herantreten, stellenweise sogar sich noch bis unter das Flußbett vorschieben, sprechen für eine solche Annahme.

Doch mit der ständigen Senkung des Bodens und der damit verbundenen Auflösung ausgedehnter Küstenlandschaften gewann die Flutwelle allmählich an Kraft und ergoß sich in ständig wachsendem Maße — allerdings mit zeitweiliger Unterbrechung infolge einer Bodenhebung — über die ganze Landschaft, bis man zuletzt ihren Einfluß durch die Errichtung der Deiche auf das Flußbett beschränkte.

Es ist nun eine in letzter Zeit besonders wieder akut gewordene Streitfrage, ob die säkulare Senkung des Bodens sich bis in die Gegenwart hinein noch fortsetzt, oder ob sie vor längerer Zeit zum Abschluß gelangte. Verschiedene Forscher haben sich für eine neuzeitliche Senkung ausgesprochen, andere hingegen, wie Sues, Gagel und Schucht vermögen keine Anzeigen einer neuzeitlichen Senkung zu erkennen. Auffallend ist nun dabei, daß der von den Vertretern der neuzeitlichen Senkungstheorie errechnete Senkungsbetrag äußerst schwankend ist. So gelangte nämlich Maschhaupt zu einem Senkungsbetrag von 60 cm, Schütte von 37 cm, van Geytenbeek von 26 cm, Krüger von 20 cm, Blaupott von 18 cm, van Giffen von 10 cm und Wolff von 5 cm in 100 Jahren. Diese nicht unwesentlichen Unterschiede könnten nun dadurch verursacht worden sein, daß die Beobachtungsgebiete örtlich weit auseinander liegen, oder aber auch dadurch, daß man bei der Berechnung verschiedene Momente, die zwar weit von der Beobachtungsstelle entfernt liegen, aber doch für den vermeintlichen Senkungsbetrag eine wesentliche Rolle spielen, außer acht ließ. Auch sind die Zeiträume, für die der Senkungsbetrag verrechnet wurde, bei den ver-

download unter www.zobodat.at

schiedenen Forschern ungleich, was insofern von Belang ist, da Senkungen und Hebungen des Bodens miteinander gewechselt haben können.

Gesetzt einmal, die Senkung setze sich bis in die Gegenwart fort, so ist aber damit noch nicht gesagt, daß der Senkungsbetrag längs der ganzen Nordseeküste gleich groß sein müsse. Das beobachtete Gebiet — hier die südliche Nordseeküste — bildet nämlich einen Teil des sogenannten Saxonischen Faltungsgebietes, das begrenzt wird im Norden durch das Schwedische Gebirgsmassiv, im Osten durch die Preußisch-Russische Platte und im Süden durch das Rheinisch-Hercynische Gebirge. Während nun diese Umrandung aus festgefügten zusammenhängenden Gebirgsmassen besteht, die sich bei etwaigen Niveauschwankungen in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig heben und senken, wurde das Zwischenland, also das Saxonische Faltungsgebiet schon in den frühesten Erdperioden in Schollen zerlegt und gefaltet. Man hat diese Vorgänge schon aus der Jurazeit erkannt, und sie durch alle nachfolgenden Erdperioden bis in die Alluvialzeit hinein sich wiederholen sehen. Nun sind diese Schollen zwar durch die übergelagerten Erdmassen des Diluviums und des Alluviums dem Auge verborgen, aber in der Tiefe bestehen sie doch als solche fort. Und diese Erdschollen bewegen sich bei etwaigen Niveauschwankungen durchweg nicht horizontal, sondern in schräger Abdachung, derart also, daß das eine Ende der Scholle ins Erdinnere versinkt, während das andere Ende emporstrebt. Demnach könnte also sehr wohl der Fall eintreten, daß, während an irgend einer Stelle der Nordseeküste eine wesentliche Senkung stattfindet, sich an einer anderen Stelle eine Senkung von nur geringem Ausmaße oder gar eine Hebung beobachten läßt. Schon aus diesem Grunde dürfte eine etwaige Senkung längs der ganzen Nordseeküste nicht überall das gleiche Ausmaß haben.

Man hat nun längs der Küste, auf den Inseln und an den Ufern der Flüsse Pegelstationen errichtet und ist dadurch in die Lage versetzt, den jeweiligen Stand des Wassers zu registrieren. Doch müssen sich die Beobachtungen an denselben über längere Zeiträume, zum wenigsten über ein Jahrhundert erstrecken, um auf Grund derselben stichhaltige Schlüsse über die Stabilität oder die Bewegungen der Küstenlandschaft ziehen zu können. Von der Station Wilhelmshaven liegen uns in graphischer Darstellung (siehe Beilage 1) die Pegelbeobachtungen aus der Zeit von 1854—1923 vor. Sie erstrecken sich also über einen Zeitraum von 69 Jahren. Und wenn man die Kurvenlinie für das mittlere Hochwasser verfolgt, so ist ein Ansteigen der Flut an dieser Stelle unver-

download unter www.zobodat.at

kennbar. Doch ist das Ansteigen des Wassers an irgend einer Station noch nicht immer gleichbedeutend mit der Senkung des Bodens. Und das ist eine Erkenntnis, die von den Vertretern der neuzeitlichen Senkungsfrage nicht immer genügend berücksichtigt wird und deren Außerachtlassung dann gar zu leicht zu falschen Ergebnissen führt. Die Umstände, die ein höheres Auflaufen der Flut verursachen, liegen — wie bereits gesagt — manchmal in weitester Entfernung. Veränderungen im Wattenmeer sind durchweg gleich bedeutend mit einer besseren oder schlechteren Zuwegung der Flutwelle und die Verschiebung ihres Schwingungsknotens in der Nordsee bringt ein stärkeres oder schwächeres Anschwellen des Wassers an irgend einem Küstenstrich mit sich.

In einer einzigen Schwingung zwischen Großbritannien und Skandinavien hindurch gelangt die Flut an die deutsche Küste. In Abständen von $12^1/_2$ Stunden folgen die Wellenberge aufeinander. Von der Doggerbank bis zur deutschen Küste brauchen sie drei Stunden. Indem nun der Wellenberg von der deutschen Küste zurückprallt und sich rückwärts wendet, langt er nach 6 Stunden wieder bei der Doggerbank an und begegnet somit hier dem nachfolgenden Wellental. Hochwasser und Niedrigwasser heben sich auf. Ein Unterschied von Ebbe und Flut im Schwingungsknoten ist nicht mehr vorhanden. Das ist freilich nur an einer einzigen Stelle so. Infolge der Umdrehung der Erde pulscht und schwappt das Wasser stärker nach der englischen als nach der norwegischen Küste. Bei Springflut ist der Unterschied zwischen Hochwasser und Niedrigwasser an der schottischen Küste 3 m, an der norwegischen 1,25 m. Es findet also eine zweite Schwingung von Osten nach Westen statt. Dadurch ergibt sich eine Drehbewegung der Flutwelle, die durch die Stoßkraft der über den Kanal vordringenden Flutwelle noch gefördert wird. Die Flutwelle an der südlichen Nordsee kommt von Norden, pflanzt sich in der Richtung von Westen nach Osten an der deutschen Küste entlang fort und wendet sich dann wieder nach Norden. Der Drehpunkt liegt auf dem Ostende der Doggerbank, der jütischen Küste bedeutend näher als der englischen. Daher ist der Unterschied zwischen Ebbe und Flut nirgends so gering als an der jütischen Westküste. Er beträgt bei Springflut an der englischen Ostküste in Wash nahezu 7 m, in Wilhelmshaven 4 m, in Tönning 3 m, in Esbjerg (Jütland) $1^1/_2$ m und weiter nördlich in Hamstholm nur noch $^1/_2$ m*).

Jessen nimmt nun an, die Doggerbank sei noch in geschichtlicher Zeit abgeschliffen und dies habe zu einer Verschiebung des Schwingungsknotens der Flutwelle in der

*) Woebken, Deiche und Sturmfluten.

Nordsee und somit auch zu einer Veränderung der Flutverhältnisse an der deutschen Nordseeküste geführt. Auch Jessen vertritt also die Ansicht, daß das Ansteigen der Flut noch nicht ein sicherer Beweis für die Senkung der Küste ist.

Gehen wir nun zu dem Gezeitenwechsel im Emsalluvium und des benachbarten Küstengebietes über. Uns liegen außer der graphischen Darstellung von Wilhelmshaven die Beobachtungen von den Pegeln an der Küste, an verschiedenen Nordseeinseln und an den Ufern der Ems und ihrer Nebenflüsse, der Leda und der Jümme vor, die mir in dankenswerter Weise von den Wasserbauämtern Norden, Emden und Leer in nachstehenden Zusammenstellungen übermittelt wurden.

1. Zusammenstellung der Wasserstände an den Pegeln des Wasserbauamts Emden.

Pegelort	Mittleres Hochwasser[1])	Mittleres Niedrigwasser[1])	Höchstes Hochwasser überhaupt	am Tage des	Niedrigstes Niedrigwasser überhaupt	am Tage des	Mitt-Tidehub m
Nesserland . .	+1,29 NN	−1,72 NN	+5,18 NN	13. 3. 06	−3,40 NN	16. 2. 1900	3,01
Knock	+1,15 „	−1,68 „	+4,96 „	13. 3. 06	−2,40 NN	23. 12. 09	2,83
Delfzyl	+1,11 „	−1,62 „	—	—	—	—	2.73
Greetsiel . . .	+1,10 „	−1 50 „	+4,58 NN	13. 3. 06	−2,47 NN	1. 11. 20	2,60
Borkum . . .	+0,91 „	−1,33 „	+4,06 „	13. 3. 06	−2,10 „[2])	—	2,24
Memmert . . .	+0,98 „[3])	−1,33 „[3])	—	—	—	—	2,31

[1]) Ermittelungen aus den Jahren 1895 bis 1920.

[2]) An Ort und Stelle geschätzt.

[3]) Ermittelungen aus dem Jahre 1925.

download unter www.zobodat.at

2. Zusammenstellung der Wasserstände an den Pegeln im Bezirk des Wasserbauamts Norden.

Pegelort	Mittleres Hochwasser N. N.	Mittleres Niedrigwasser N. N.	Mittel aus den Jahren	Höchstes Hochwasser überhaupt N. N.	Tag	Niedrigstes Niedrigwasser überhaupt N. N.	Tag	Tidehub m
Norddeich	+1,072	—1,228	1901—1925	+4,682	12./13. 3. 1906	—2,818	16 2. 1900 17. 1. 1912 12. 1. 1913	2,30
Norderney	+0,994	—1,336	1901—1925	+3,944	„	—3,406	16. 2. 1900	2,33
Norder-Siel	+1,23	—	1910—1920	+4,73	„	—1,24	19. 10. 1917	—
Leysander-Siel . .	+1,197	—	1910—1920	+5,007	„	—1,143	30./31.3. 1920	—
Nessmersiel	+1,092	—	1910—1920	+4,682	„	—0,348	10. 7. 1915	—
Dornumersiel . . .	+1,223	—	1910—1920	+4,383	„	—1,717	25. 2. 1916	—

3. Zusammenstellung der Wasserstände an den selbstzeichnenden Pegeln im Bezirke des Wasserbauamts Leer.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Pegels	Flutdauer		Ebbedauer		Mittleres Hoch- u. Niedrigwasser				Jahr, Tag	Niedrigstes, Niedrigwasser		Jahr, Tag	Höchstes Hochwasser		Bemerkung
		St.	Min.	St.	Min.	m	cm	m	cm		m	cm		m	cm	
	I. Ems															
1	Welgen	5	7	7	18	+1	48	+0	42	21.10.08	−1	05	13 1.16	+2	99	liegt 7,6 km oberhalb der Papenburg. Hafeneinfahrt.
2	Papenburg	5	6	7	19	+1	38	+0	13	„	−1	62	„	+3	40	
3	Mittling	5	8	7	17	+1	33	−0	10	„	−1	73	3. 3. 1906	+3	76	
4	Mark	5	11	7	14	+1	34	−0	25	„	−1	64	„	+3	93	
5	Weener	5	7	7	18	+1	34	−0	37	„	−2	03	„	+4	31	
6	Weckeborg	5	7	7	18	+1	34	−0	79	„	−2	20	„	+4	75	
7	Leerort	5	8	7	17	+1	36	−0	94	„	−2	07	„	+5	04	
8	Groß-Solborg	5	15	7	10	+1	33	−1	13	„	−2	42	„	+5	20	
9	Jemgum	5	27	6	58	+1	32	−1	28	„	−2	44	„	+5	21	
10	Terborg	5	25	7	00	+1	33	−1	39	„	−2	41	„	+5	22	
11	Hatzum	5	37	6	48	+1	33	−1	49	12. 1. 13	−2	84	„	+5	20	
12	Ditzum	—	—	—	—	+1	21	−1	77	„	—	—	„	+5	26	Der Pegel ist abgebrochen
	II. Leda															
13	Leerer-Seeschleuse	—	—	—	—	+1	35	−0	83	21. 10 08	—	20	3. 3. 06	+4	91	Skalenpegel
14	Wiltshausen	4	52	7	33	+1	32	−0	46	„	−1	75	„	+3	35	Deich überströmt
15	Westringaburg	4	51	7	34	+1	25	−0	02	„	−1	40	„	+2	67	„ „
16	Potshausen	4	45	7	40	+1	10	+0	23	„	−1	22	„	+1	91	„ „
17	Dreyschloot	4	22	8	3	+0	91	+0	68	„	?−0	60	„	+1	65	„ „
											? wahrscheinlich tiefer					
	III. Jümme															
18	Terwisch	4	56	7	29	+1	27	+0	02	21. 10. 08	−1	45	3. 3. 06	+2	78	Deich überströmt
19	Stickhausen	4	49	7	36	+1	09	+0	28	„	−1	37	„	+2	17	„ „

Sämtliche Höhenangaben beziehen sich auf Normal Null.

download unter www.zobodat.at

Es sind ihrer 32 Stationen. Zur besseren Uebersicht gliedern wir sie in vier Gruppen. Zur ersten Gruppe rechnen wir die Stationen an besonderes exponierter Lage (Borkum, Memmert und Norderney), zur zweiten diejenigen an offener Küste (Knock, Delfzyl, Greetsiel, Norddeich, Leysandersiel und Nessmersiel), zur dritten diejenigen an umdeichten Einbuchtungen (Nesserland am Dollart, Nordersiel an der Leybucht, Dornumersiel*) und Wilhelmshaven an der Jade), zur vierten Gruppe endlich sämtliche zum Bezirk des Wasserbauamts Leer gehörigen Stationen an der Ems, der Leda und der Jümme.

Richten wir nun zuerst unser Augenmerk auf den Stand des mittleren Hochwassers an den Stationen der Gruppe 1—3. Er stellt sich bei den Stationen an besonders exponierter Lage im Durchschnitt auf + 0,965 m NN, bei denjenigen an der offenen Küste (Gruppe 2) auf + 1,122 m NN und in den umdeichten Buchten (Gruppe 3)**) auf + 1,325 m NN.

Ein Ansteigen der Flut von Gruppe 1—3 ist also unverkennbar. Besteht doch ein Unterschied zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 von 0,157 m, zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3 ein solcher von 0,360 m, und dieser Unterschied dürfte verursacht sein durch den Aufstau vor den Deichen, der in den umdeichten Buchten noch größer ist als an der offenen Küste. Hier vermag nämlich die Flutwelle noch an der Küste entlang zu gleiten, in den eingedeichten Buchten jedoch gelangt sie gleichsam in eine Sackgasse und wird zur größten Höhe aufgeschraubt.

Aehnliche Beobachtungen kann man beim Vergleich der höchsten Sturmfluten an den verschiedenen Stationen aufstellen. Den höchsten Wasserstand brachte bekanntlich die Märzflut des Jahres 1906 (13. 3. 06) Bei Borkum erreichte sie den Stand von + 4,06 m NN, bei Greetsiel + 4,58 m NN, bei der Knock + 4,96 m und bei Nesserland + 5,18 m NN. Die größte Differenz in der Sturmfluthöhe liegt also hier zwischen Borkum und Nesserland mit 5,18 m — 4,06 m = 1,12 m. Zwischen Norderney und Wilhelmshaven beträgt sie 5,083 m — 3,944 m = 1,139 m, zwischen Nesserland und Wilhelmshaven 5,180 m — 5,083 m = 0,097 m. Der gewaltige Unterschied zwischen normaler Flut und der höchsten Sturmflut, der sich beispielsweise bei Nesserland auf 5,18 m — 1,29 m = 3,89 m stellt, erklärt sich durch die gewaltige Druckwirkung, die der Wind auf das Wasser auszuüben vermag.

*) Der Dornumersiel liegt allerdings nur ca. 1 km weit zurück.

**) Für Wilhelmshaven ist hier der Durchschnitt der letzten zehn Jahre in Ansatz gebracht.

download unter www.zobodat.at

Von dieser Druckwirkung kann man sich bei besonders starkem Wind auch schon in kleineren Gewässern überzeugen. Von Hamswehrum, im Landkreise Emden gelegen, erstreckt sich ein 4 km langes Sieltief in schnurgerader Richtung von Norden nach Süden. Vor der vor einigen Jahren erfolgten Ausbaggerung mag die Wassertiefe 1—1½ m betragen haben. Bei einem starken Nordsturm, der also in gerader Richtung über den Wasserspiegel hinwegstreichen konnte, trat zur Ueberraschung aller die eigenartige Erscheinung ein, daß das untere Ende des Tiefs bis auf eine schmale Rille völlig trocken lief. Der Sturm trieb nämlich das Wasser in südlicher Richtung vor sich her und staute es am entgegengesetzten Ende und in den Verbindungskanälen zu großer Höhe auf. Am andern Morgen, nachdem der Sturm sich gelegt hatte, erreichte das Wasser in kürzester Zeit wieder seinen gewöhnlichen Stand.

Bei Sturmfluten ist es nun noch von Bedeutung, ob ein Ort an der Luv- oder Leeseite des Sturmes liegt. Wilhelmshaven z. B. an der Westseite der Jade gelegen, ist bei den starken West- oder Nordweststürmen weniger gefährdet als Nesserland, das sich am östlichen Ufer des nach Nordwesten offenen Dollartbusens befindet. Die Märzsturmflut des Jahres 1906 erreichte dort deshalb auch nicht die gleiche Höhe wie hier und blieb um 5,180 m — 5,083 m = 0,097 m hinter dem Stand des Wassers auf Nesserland zurück. Auffallend hoch stieg auch das Wasser bei Leysandersiel an, das der Druckwirkung des Sturmes direkt ausgesetzt. Mit einem Stand von + 5,007 m blieb es nur wenig hinter dem Wasserstand bei Nesserland und Wilhelmshaven zurück.

Nach den bisher gewonnenen Anschauungen über die Flutverhältnisse der vier verschiedenen Gruppen von Stationen sollte man nun annehmen, daß auch das Niedrigwasser, die Ebbe, an den exponierten Stellen einen tieferen Stand erreichen würde als an den Stationen in den geschützten Buchten. Doch ist das Umgekehrte der Fall. Verfolgen wir nur die Angaben über das mittlere Niedrigwasser von Nesserland über Knock, Greetsiel bis hinaus nach Borkum, so erkennen wir, daß das Wasser von Station zu Station einen immer höher werdenden Stand erhält. Es fällt bei Nesserland auf — 1,72 m, bei der Knock auf — 1,68 m, bei Greetsiel auf — 1,50 m, bei Borkum auf — 1,33 m. Der Unterschied zwischen Nesserland und Borkum beträgt demnach 0,39 m. Vorhin haben wir erkannt, daß im Schwingungsknoten der Flutwelle auf der östlichen Doggerbank Ebbe und Flut sich das Gleichgewicht halten, daß also hier überhaupt kein Tidehub, das ist ein Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser

download unter www.zobodat.at

stattfindet. Auf Nesserland beträgt der Tidehub 3,01 m, an der Knock 2,83 m, bei Greetsiel 2,73 m, auf Borkum 2,60 m. Gesetzt, wir könnten diese Beobachtungen an weiteren Stationen seeeinwärts bis zum Schwingungsknoten der Flutwelle weiter fortführen, so würde der Tidehub von Station zu Station allmählich auf 0,00 m zusammenschrumpfen und damit hätten wir alsdann eine ansteigende Niedrigwasserlinie konstruiert, die sich von — 1,72 m auf + 0,00 m heben und bei Borkum den Stand von — 1,33 m erreichen würde. In umgekehrter Richtung muß die Flutwasserlinie von dem Schwingungsknoten aus allmählich ansteigen, ein Umstand, den wir vorhin bei der Betrachtung der mittleren Hochwasserlinie außer acht ließen, auf den hier aber noch besonders aufmerksam gemacht sei.

Durch die bisherigen Ausführungen über den Gezeitenwechsel im Küstengebiet sind wir zwar etwas weit von unserem Emsalluvium abgeschweift. Doch waren sie für das bessere Verständnis der Tide im Gebiet der Ems und ihrer Nebenflüsse unentbehrlich. Wenden wir uns nun dieser zu. Grundlegend bei dieser Betrachtung sei die Zusammenstellung der Wasserstände an den zum Bezirk Leer gehörigen Pegeln. Es sind ihrer neunzehn. Die Zusammenstellung gewinnt noch dadurch an Wert, daß wir in ihr außer den üblichen Angaben auch die Zeitdauer von Ebbe und Flut verzeichnet finden, der wir zuerst unsere Aufmerksamkeit zuwenden wollen.

Unschwer läßt sich erkennen, daß die Zeitdauer der Flut stromaufwärts ständig abnimmt, die Dauer der Ebbe dagegen steigt. Unter Flutdauer verstehen wir die Zeit, während der das Wasser ansteigt, unter Ebbedauer diejenige, während der es fällt. Bei Hatzum, der z. Zt. untersten Station an der Ems steigt das Wasser 5 Stunden 37 Minuten, am Dreyschloot, der obersten Station an der Leda nur noch 4 Stunden 22 Minuten; umgekehrt fällt es hier 8 Stunden 3 Minuten, dort 6 Stunden 48 Minuten.

Als man vor einigen Jahren die Wybelsumer Bucht, zwischen Nesserland und der Knock, eindeichte ließen sich interessante Beobachtungen anstellen, die geeignet sein dürften, uns den erkannten Zeitunterschied zwischen Flut- und Ebbedauer an den verschiedenen Stationen zu erklären. Bei jenem äußerst kühnen Unternehmen, bei der es galt, eine 1400 ha große Wattfläche vom nördlichen Dollart abzuschnüren, verfuhr man in der Weise, daß man von zwei Seiten aus, sowohl von der Mole des Emdener Außenhafens als auch von der Knock aus den Deich ins nackte Watt vortrug. Er legte sich somit mit der Zeit in Form einer riesigen Zange um die Wybelsumer Bucht herum, in der bis zur völligen Vereinigung der beiden

download unter www.zobodat.at

Deichkörper die Tide ihr wechselvolles Spiel von Ebbe und Flut betrieb. Dabei blieb dem Wasser als einziges Ein- und Ausfallstor der sich ständig verengende Raum zwischen den beiden einander zustrebenden Deichkörpern. Zuletzt war dieser Zwischenraum soweit eingeengt, daß er nicht mehr genügte, ein geregeltes Ein- und Ausfließen des Wassers zu ermöglichen. Trat nun die Ebbe ein, so floß das Wasser aus dem zur See hin offenen Dollartbusen entschieden rascher ab, als es aus der größtenteils eingeschnürten Wybelsumer Bucht durch den engen Raum der Fall sein konnte. Lange, nachdem das Wasser im Dollart seinen tiefsten Stand erreicht hatte und die Flut schon längst wieder eingetreten war, nahm in der Bucht die Ebbe, das Abfließen des Wassers, ihren ungestörten Fortgang. Zwischen Ebbedauer in der Wybelsumer Bucht und dem Dollartbusen bestand somit ein Unterschied, der sich unter besonderen Voraussetzungen auf Stunden belaufen konnte, einfach aus dem Grunde, weil die Oeffnung des Dollarts entschieden größer war, als die der Bucht von Wybelsum.

Der untere Teil der Ems gleicht einem großen Trichter, der sich nach oben hin rasch verengt, und aus dessen breitem Munde die Wassermassen leichter und schneller abzufließen vermögen, als aus dem engen Halse, der durch den oberen Lauf und die Nebenflüsse dargestellt sei. Einige Daten mögen dieses illustrieren. Beträgt die Breite des Wasserspiegels bei Hochwasser kurz vor der Einmündung der Ems in den Dollart noch 750 m, so ist sie bei Leerort bereits auf 260 m, bei Papenburg sogar bis auf 130 m eingeschrumpft. Verhältnismäßig noch größer sind die Unterschiede in den Ausmaßen der Durchflußquerschnitte, da mit abnehmender Breite des Flusses auch seine Tiefe sich verringert. Der Querschnitt für Hochwasser stellt sich kurz von der Emsmündung auf 3600 qm, bei Leerort auf 800 qm, bei Papenburg auf 430 qm.

Die Leda hat kurz vor ihrer Einmündung in die Ems eine Breite von 114 m und einen Durchflußquerschnitt von 550 qm bei Hochwasser. Am Hafen von Leer gilt als normale Breite 103 m und unterhalb der Jümmemündung 78 m. Oberhalb der Jümmemündung ist die Leda bei einem Querschnitt von 133 qm noch 42 m und an ihrem oberen Ende nur noch 35 m breit mit einem Durchflußschnitt von 50 qm.

Außer dieser Verschiedenartigkeit in den Ausmaßen des Flußbettes spielt das Oberwasser in Bezug auf die Gezeitendauer eine wesentliche Rolle. In den engbegrenzten Flußbetten vermag es das abfließende Ebbewasser wenigstens

download unter www.zobodat.at

zum Teil wieder zu ersetzen und dabei das Fallen des Wassers zu verlangsamen. In dem erweiterten Mündungstrichter dagegen kommt es in dieser Hinsicht weniger oder fast gar nicht zur Geltung. Und so nur mag es sich erklären, daß, während das Wasser im Mündungstrichter seinen tiefsten Stand erreicht hat und durch die nachfolgende Flutwelle schon wieder aufgefüllt wird, im oberen Lauf und in den Nebenflüssen die Ebbe noch für längere Zeit ihren ungestörten Fortgang nimmt.

Man könnte sich nun der Vermutung hingeben, daß bei der stromaufwärts allmählich wachsenden Ebbedauer und der dementsprechend geringer werdenden Flutdauer in dem oberen Teil der Unterems und ihren Nebenflüssen die Flut geringer, die Ebbe dagegen stärker zur Auswirkung gelangen müßten als im Mündungsgebiet der Ems. Doch ist das Umgekehrte der Fall. Vergleichen wir nur in Spalte 3 die Angaben über das mittlere Hoch- und das mittlere Niedrigwasser miteinander, so finden wir, daß ersteres von Station Ditzum angerechnet bis hinauf nach Papenburg von + 1,21 m NN auf + 1,38 m NN, also um 0,17 m ansteigt. Das mittlere Niedrigwasser hingegen steht bei Papenburg mit + 0,13 m NN um 2,03 m höher als bei Ditzum mit — 1,77 m NN. Die Ursache dieser Erscheinung ist eine zweifache. Bei der Flut werden die Wassermassen infolge der Stoßkraft der Flutwelle in dem sich verengenden Flußbett zu immer größer werdender Höhe aufgestaut. Zudem stoßen die aus dem Binnenlande abfließenden Oberwasser mit der eindringenden Flut zusammen und tragen dabei auch ihrerseits zu einem erhöhten Wasserstande bei. Da dieser Zustrom anhält, beeinträchtigt er während der Ebbe — wie bereits erwähnt — das rasche Absinken des Wasserspiegels.

In der Leda und der Jümme ändern sich bei der Flut die Verhältnisse. So hat beispielsweise das mittlere Hochwasser seinen höchsten Stand schon bei der Leerer Seeschleuse mit + 1,35 m NN erreicht.

Bei der letzten Station am Dreyschloot steigt es nur noch bis auf + 0,91 m an. Hier läßt sich also beobachten, daß der Stand des mittleren Hochwassers sich stromaufwärts allmählich verringert und zwar auf der genannten Strecke von Leer bis zum Dreyschloot um 1,35 m — 0,91 m = 0,44 m. Bei der wachsenden Entfernung von seinem Einfallstor und infolge der vielen Krümmungen und Schleifen, an denen die Leda besonders reich ist, verliert der Flutstrom an Kraft und ist nicht mehr in der Lage, das Wasser zu größerer Höhe aufzustauen.

download unter www.zobodat.at

Im Gegensatz zum Hochwasser erhöht sich auch in der Leda und der Jümme der Stand des Niedrigwassers ganz wie in der Ems stromaufwärts. An der Leerer Seeschleuse stellt er sich im Mittel auf — 0,83 m NN, am Dreyschloot auf + 0,68 m NN; die Differenz, um die es am Dreyschloot höher steht, stellt sich also auf 1,51 m. Für die Entwässerung des Emsalluviums sind die bisher geschilderten Tideverhältnisse, von ganz außerordentlichem Belang. Bei der Behandlung der Entwässerung werden wir deshalb weiter unten noch einmal auf sie zurückkommen müssen.

Lassen sich nun unsere bisher angestellten Untersuchungen über den Gezeitenwechsel auch mit der Senkungsfrage in Beziehung bringen? Versuchen wirs. In dem Abschnitt über die Höhenlage des Emsalluviums gelangten wir zu dem Ergebnis, daß die festen Tonufer der Ems sich jetzt noch bis zu 0,9 m über NN erheben, ursprünglich jedoch bis zu 1,13 m aufgestiegen sein mußten. Nach der allgemeinen Erfahrung wird der Boden durchweg bis zu 0,5 m über Mittelhochwasser aufgeschlickt. Demnach müßte also das mittlere Hochwasser während der Aufschlickung des Emsalluviums, d. i. bis zu der vor rund 1000 Jahren erfolgten Eindeichung, bis zu 1,13 m — 0,5 m = 0,63 m über NN angestiegen sein. Nach den an den Pegeln der Ems angestellten Beobachtungen beträgt der mittlere Hochwasserstand jetzt + 1,33 m. Das ergibt also einen Unterschied von 1,33 m — 0,63 m = 0,70 m für das letzte Jahrtausend oder für das Jahrhundert 0,07 m, ein Betrag der dem von Wolff gefundenen (0,05 m) sehr nahe kommt. Doch ist dieser Betrag noch zu hoch gegriffen. Erkannten wir doch aus dem Vorhergegangenen, daß der größere Hochwasserstand an der Küste in den abgeschlossenen Buchten und in den Flüssen hauptsächlich durch Aufstau vor den Deichen verursacht wird. Diese aber fehlten zur Zeit der Aufschlickung des Emsalluviums. Das ganze Gebiet glich vielmehr einem Wattenmeer, über das die Flutwelle ungehindert sich hinweg ergießen konnte, ähnlich wie es noch jetzt im Bereich der ostfriesischen Inseln der Fall ist. Bringen wir daher den hier gefundenen Hochwasserstand mit $\frac{0{,}91 + 0{,}98 + 0{,}945 \text{ m}}{3} = 0{,}945$ m in Ansatz, den wir bei der größeren Entfernung vom Schwingungsknoten und der Abrundung wegen auf 1,00 m erhöhen, so müßte die Aufschlickung jetzt bis zu 1,50 m, also um 0,37 m höher aufgetragen werden. Das ergäbe alsdann eine Differenz von 3,7 m für das Jahrhundert. Doch ist damit noch nicht entschieden, ob diese Differenz durch eine säkulare Senkung

download unter www.zobodat.at

des Bodens oder durch das Ansteigen der Flut verursacht ward. Zu einem sicheren Resultat wird man erst im Laufe der Jahre durch Feinnivellements an den von der Staatsregierung geplanten Fixpunkten im Küstengebiet der südlichen Nordsee gelangen können. Bis dahin wird die neuzeitliche Senkungstheorie eine strittige Frage sein und bleiben.

III. Der Einfluß der Witterung auf den Wasserstand der Ems.

Für den Wasserstand der Ems und insbesondere auch für die Entwässerung des Emsalluviums sind Wind und Niederschlag Faktoren von ganz besonderer Bedeutung.

Von dem großen Einfluß des Windes im Küstengebiet überzeugt man sich auch schon ohne besondere meteorologische Untersuchungen. Man braucht nur sein Augenmerk auf die Baumkronen der Straßenbepflanzungen oder der abseits gelegenen Bauerngehöfte zu richten, die manchmal wie eine schräggedrückte Wand sich nach Osten richten, und erkennt schon daraus, daß die vorherrschenden Winde aus den Westquadranten über unsere Landschaft hinwegstreichen. Annähernd die Hälfte aller Winde wehen aus dieser Richtung, und da gerade diese Westwinde besonders reich an Niederschlägen sind und zudem große Wassermassen in die Flußläufe hinauftreiben, werden sie für die Entwässerung des Emsalluviums nur zu häufig zur Kalamität.

Prestel, dem langjährigen meteorologischen Beobachter in Emden, verdanken wir in seiner ausgezeichneten Monographie über den Boden, das Klima und die Witterung Ostfrieslands eine Fülle von Einzelheiten, denen auch die nachstehenden Angaben zum größten Teil entnommen sind. Die Beobachtungen liegen zwar einige Jahrzehnte zurück, doch können wir sie bei der Beständigkeit des Klimas für so kleine Zeiträume ohne weiteres auch für die Gegenwart in Anwendung bringen.

Mehr als 32000 Beobachtungen hat der verdienstvolle Forscher 30 Jahre lang von 8 zu 8 Stunden ununterbrochen über die Richtung des Windes angestellt und das Ergebnis in nachstehender Tabelle zusammengestellt. Die Zahlen einer wagerechten Reihe drücken das Verhältnis aus, in welchem die verschiedenen Windrichtungen in jedem Monat durchschnittlich vorkommen, wenn die Summe sämtlicher Winde

download unter www.zobodat.at

gleich 100 angenommen wird. Die untereinander stehenden Zahlen einer Spalte geben an, in welchem Verhältnis die Häufigkeit des Vorkommens der über jeder Spalte angegebenen Windrichtung von Monat zu Monat sich ändert.

Tabelle I.

Ergebnis aus den auf die Windrichtung angestellten Beobachtungen in Emden

	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	N.	NO.
Januar . . .	25,74	11,47	12,80	25,38	11,39	5,38	2,79	5,05
Februar . . .	17,89	9,32	10,42	18,69	16,93	10,67	6,56	9,52
März	15,56	9,98	6,68	19,02	15,35	13,95	7,78	8,67
April	19,52	9,36	7,21	16,13	10,24	12,09	11,74	13,71
Mai	17,00	6,41	8,01	15,08	10,46	11,17	15,48	16,38
Juni	8,72	5,67	8,94	21,34	18,02	14,34	13,37	9,61
Juli	5,71	4,55	10,21	23,95	22,02	16,53	9,47	7,51
August . . .	9,46	5,99	8,77	25,01	20,32	13,72	8,68	8,03
September .	16,59	8,96	12,84	20,08	14,56	10,81	8,11	8,11
Oktober . . .	15,68	10,83	14,43	24,48	17,59	7,41	5,07	4,51
November . .	20,58	13,26	15,94	12,34	11,38	5,89	4,78	6,83
Dezember . .	18,95	8,92	13,26	26,71	17,04	5,47	4,00	5,65

Nehmen wir nun als Jahressumme aller Winde 1200 an, so entfallen davon auf die verschiedenen Windrichtungen wie folgt:

	O	SO.	S.	SW.	W.	NW.	N.	NO.
Jahressumme	191,40	104,72	129,51	257,21	185 30	127,43	97,83	103,08

oder in Prozenten umgerechnet rund

16%	9%	11%	21%	15%	11%	8%	9%

Am häufigsten treten also die SW-Winde mit 21% auf; alle aus dem Westquadranten (SW., S. und NW.) hervorbrechenden Winde umfassen rund 47%, also — wie bereits eingangs gesagt — annähernd die Hälfte aller Winde.

Nun ist jedoch die Richtung des Windes nicht allein ausschlaggebend, von besonderem Belang ist auch seine Stärke. Die mittlere Häufigkeit und Stärke der Winde nach den vom 1. Dezember 1865 bis 31. Januar 1872 aufgezeichneten Beobachtungen in Emden, sei in nachstehender Tabelle dar-

gestellt. Das Verhältnis, in welchem die einzelnen Windrichtungen in jedem Monat vorzukommen pflegen, ist in Prozent ausgedrückt. Die Stärkegrade sind die der Mannheimer Skala: 0 = still, 1 = mäßig, 2 = stark, 3 = sehr stark, 4 = Sturm.

Tabelle II.

Häufigkeit und Stärke der Winde in Emden.

	Windstille	N.		NO.		O.		SO.		S.		SW.		W.		NW.	
		Prozent	Stärke	Prozent	Stärke	Prozent	Stärke	Prozent	Stärke	Prozent	Stärke	Prozent	Stärke	Prozent	Stärke	Prozent	Stärke
Januar	25	1	0,5	9	1,2	11	1,0	9	0,8	9	1,1	22	1,5	11	1,3	3	1,2
Februar	16	1	1,7	4	1,8	12	1,2	7	0,7	9	1,0	21	1,5	13	1,6	7	1,8
März	19	7	0,8	16	1,3	15	0,7	8	0,8	5	0,9	9	1,2	9	1,8	12	1,1
April	17	9	0,8	13	0,6	8	0,9	7	0,9	5	0,9	13	1,6	14	0,8	14	1,1
Mai	15	16	1,0	16	0,9	10	1,1	5	1,0	3	0,9	9	1,3	9	1,2	17	1,0
Juni	15	14	1,4	10	1,0	4	1,0	5	0,8	2	0,9	13	1,3	11	1,3	26	1,3
Juli	20	10	1,2	10	1,2	5	1,0	4	0,8	5	0,8	15	1,0	15	1,2	16	1,5
August	27	7	0,9	10	1,1	7	0,7	4	0,9	3	0,2	14	1,6	11	1,5	17	0,8
September . . .	23	6	0,9	6	1,1	11	0,7	5	0,9	9	0,2	18	1,5	15	1,3	7	1,2
Oktober	24	3	0,8	4	0,6	13	0,9	9	0,7	8	0,7	16	1,5	12	1,0	11	0,8
November . . .	30	3	1,2	11	0,9	5	0,9	3	0,7	6	0,8	16	1,9	13	1,0	13	1,2
Dezember . . .	28	3	1,0	11	0,7	13	0,8	5	0,8	11	0,7	9	1,0	13	1,6	7	1,4

download unter www.zobodat.at

download unter www.zobodat.at

Betrachten wir die Stärkegrade als einfache Größen, so ergibt sich für den Jahresdurchschnitt für sämtliche Winde eine Gesamtsumme von 103,3. Davon entfallen auf die einzelnen Winde wie folgt:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
12,2	12,4	10,9	9,8	11,1	16,9	15,6	14,1

Die Südwestwinde besitzen also außer der bereits vorhin erkannten größten Häufigkeit ihres Vorkommens von allen Winden auch die größte Stärke, nämlich 16,9 von 103,3 Stärkeeinheiten oder rund 16% aller Windstärken.

Auf den ganzen Westquadranten entfallen 46,9 Einheiten oder 45,1% der gesamten Windstärke. Um nun zu einer Gesamtübersicht der Windverhältnisse zu gelangen, multiplizieren wir die gefundenen Größen der Windrichtung und Windstärke und gelangen dabei zu Relativzahlen, auf Grund deren es uns möglich ist, die Ventilation für Emden graphisch darzustellen.

Tabelle III.

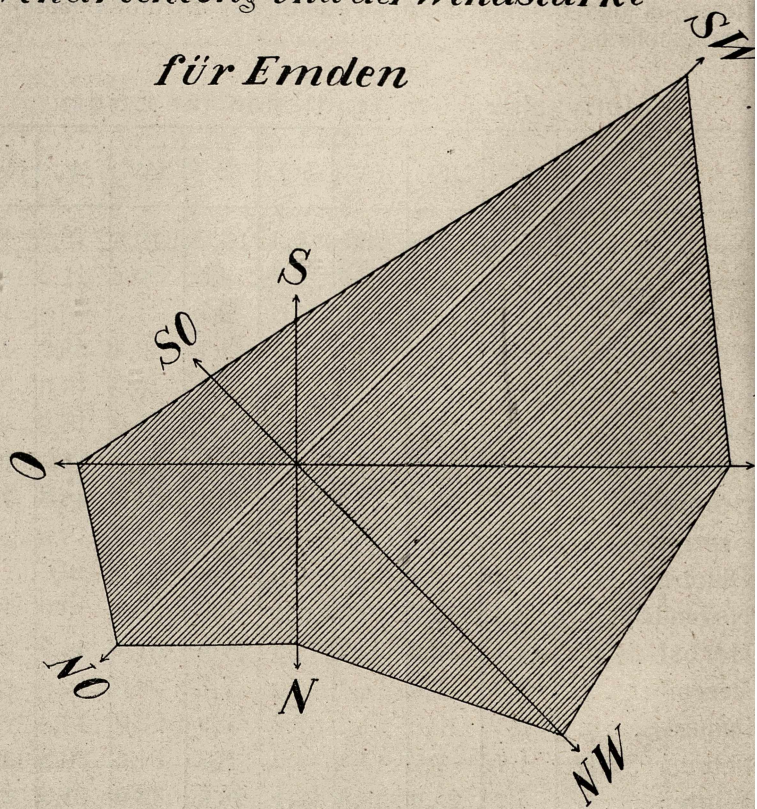
Relativzahlen der Ventilation für Emden.

Zeit	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
März	5,6	20,8	10,5	6,4	4,5	10,8	16,2	13,2
April	7,2	7,8	7,2	6,3	4,5	20,8	11,2	15,4
Mai	16,0	14,4	11,0	5,0	2,7	11,7	10,8	17,0
Frühling . .	**28,8**	**43,0**	**28,7**	**17,7**	**11,7**	**43,3**	**38,2**	**45,6**
Juni	19,6	10,0	4,0	4,0	1,8	16,9	14,3	33,8
Juli	12,0	12,0	5,0	3,2	4,0	15,0	18,0	24,0
August . . .	6,3	11,0	4,9	3,6	3,6	22,4	16,5	13,6
Sommer . .	**37,9**	**33,0**	**13,9**	**10,8**	**9,4**	**54,3**	**48,8**	**71,4**
September .	5,4	6,6	7,7	4,5	10,8	27,0	19,5	8,4
Oktober . . .	2,4	2,4	11,7	6,3	5,6	24,0	12,0	8,8
November . .	3,6	9,9	4,5	2,1	4,6	30,4	13,0	15,6
Herbst . . .	**11,4**	**18,9**	**23,9**	**12,9**	**21,0**	**81,4**	**44,5**	**32,8**
Dezember . .	3,0	7,0	10,4	4,0	7,7	9,0	20,8	9,8
Januar . . .	0,5	10,8	11,0	7,2	9,9	33,0	14,3	3,6
Februar . . .	1,7	7,2	14,4	4,9	9,0	31,5	36,8	12,6
Winter . . .	**5,2**	**25,0**	**35,8**	**16,1**	**26,6**	**73,5**	**71,9**	**26,0**
Jahr	**83,3**	**119,9**	**102,3**	**57,5**	**68,7**	**252,5**	**203,4**	**175,8**

download unter www.zobodat.at

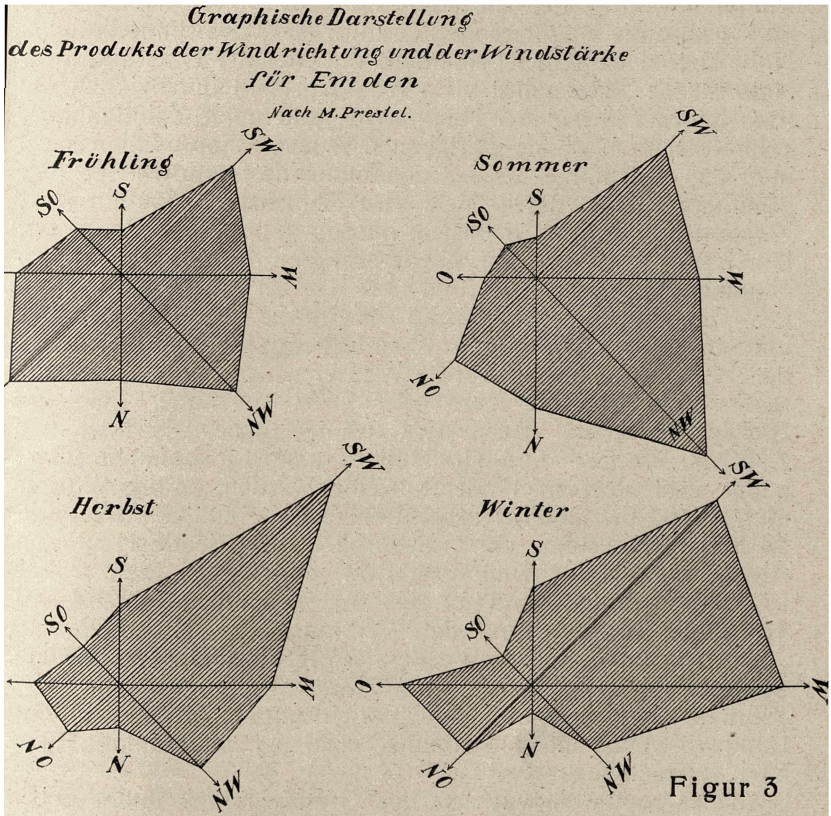
Für die graphische Darstellung bedienen wir uns einer achtstrahligen Windrose, fügen den in obiger Tabelle aufgefundenen Relativzahlen irgend ein Längenmaß zu und tragen vom Strahlenmittelpunkt aus die so erhaltenen Längen auf den betreffenden Strahlen ab. Durch die Verbindung der Strahlenendpunkte entstehen alsdann nachstehende Figuren. In Figur 2 gelangt die Ventilation für das ganze Jahr, in Figur 3 diejenige für die einzelnen Jahreszeiten zur Darstellung.

Graphische Darstellung des Produkts der Windrichtung und der Windstärke für Emden



Figur 2

download unter www.zobodat.at



Figur 3

Aus dieser Darstellung geht die Vorherrschaft der Winde aus dem Westquadranten klar hervor. Und da nun — wie gesagt — diese Winde die meisten Niederschläge im Gefolge haben, dazu noch das Außenwasser im Mündungstrichter der Ems aufstauen, können im Herbst und Winter die Siele oft tage- ja selbst wochenlang nicht in Tätigkeit treten. Große Gebiete des Emsalluviums leiden deshalb nur zu häufig unter Ueberschwemmungen, die in nassen Jahren die Ernten vernichten.

IV. Die Entwässerung.

Vergleicht man unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse die Höhenlage des Emsalluviums mit dem Wasserstande der Ems, so ist offenbar, daß die Entwässerung des Bodens mit den größten Schwierigkeiten verbunden sein muß. Seit Menschengedenken stehen die Bewohner in hartem

download unter www.zobodat.at

Kampf sowohl gegen die andrängenden Fluten der Ems als auch gegen die stagnierenden Grundwasser des Binnenlandes. Hohe Deiche begleiten beiderseits die Ufer der Ems und ihrer Nebenflüsse. Unendlich viele Wassergräben durchziehen die tischebenen Flächen der Hammriche, und unter Zuhilfenahme zahlreicher vom Winde getriebenen Wasserschöpfmühlen sucht man das sich immer wieder ansammelnde Grundwasser über schiffbare Kanäle durch Siele dem Ebbestrom zuzuführen.

Und doch steht in manchen nassen Jahren die Ernte auf dem Spiel. In den an Niederschlägen besonders reichen Sommern der Jahre 1926 und 1927 war ich mit der Kartierung des Emsalluviums beschäftigt und habe die Beobachtung machen können, wie nach starken Regengüssen die Bewohner der Hammriche barfuß durchs Wasser waten mußten, um das tags vorher gemähte Korn oder Gras auf höher gelegene Stellen zu retten. Besonders tief gelegene Distrikte, wie z. B. im Barger- und Holtlander-Hammrich konnten überhaupt nicht abgeerntet oder beweidet werden, da das Wasser monatelang die Oberherrschaft behielt. Verläuft es schließlich, so hinterläßt es eine die Grasnarbe abschließende Haut von Algen, die die Vegetation erstickt. Große Flächen früher fruchtbaren Bodens sind auf diese Art in minderwertiges Land verwandelt worden und der Versumpfung anheimgefallen.

Die Ansammlung des Wassers erfolgt nach starken Niederschlägen äußerst schnell, über Nacht sind manchmal weite Flächen überschwemmt, und notgedrungen sieht sich der Landwirt selbst im Hochsommer nicht selten veranlaßt, sein Vieh aufzustallen.

Dieses rapide Anwachsen des Grundwassers findet seine Erklärung in dem Zustrom der Niederschläge aus der höher gelegenen Geest und den in Kultur genommenen Hochmooren. Unkultivierte Hochmoore vermögen bekanntlich große Wassermengen auf der Oberfläche festzuhalten. In trockenen Zeiten ist auch ein wildes Hochmoor trockenen Fußes zu passieren. Bei starken Niederschlägen jedoch sammeln sich die Wassermassen zwischen den Moosbulten und in den tieferen Stellen zu Tümpeln, Teichen, ja selbst kleinen Seen an, die sich wochenlang halten und durchweg erst infolge der allmählichen Verdunstung wieder verschwinden.

Anders in den kultivierten Hochmooren, ganz gleich, ob es sich um eine Fehn- oder Hochmoorkultur handelt. Hier wie dort wird der Boden — sei es nun durch den Spaten oder die Walze — völlig ausgeebnet und dabei von einem Netz von Entwässerungsgräben oder Drainagen durchzogen, die die Niederschlagswasser sofort ableiten. Vom Fenster meines Standquartiers in Westrhauderfehn hatte ich mehrfach

download unter www.zobodat.at

Gelegenheit in dem an Wolkenbrüchen besonders reichen Sommer des vergangenen Jahres den starken Andrang des Wassers zu beobachten. Brausend und schäumend stürzten zeitweise die braunen Moorwasser durch die geöffneten Schiebetüren der Schleuse. An ein Oeffnen der großen Schleusentore ist an solchen Tagen nicht zu denken, weil dadurch eine die Schiffahrt völlig hindernde Strömung in den sonst so ruhig liegenden Kanälen verursacht werden würde.

Hier werden allerdings die Wassermassen über den von Deichen eingefaßten Haupt-Fehn-Kanal direkt in die Leda geleitet. Aber in den meisten Gebieten fehlen diese bedeichten Entwässerungswege. Das Wasser tritt alsdann über die Ufer und überschwemmt in kürzester Zeit die tiefer liegenden Hammriche.

An meinem Standquartier in Ihrhove, dem Hotel Friesenhof, vorbei führt der sogenannte Rennschlot. Durchweg ist er im Sommer fast ganz ausgetrocknet. Aber nach starken Niederschlägen verwandelt er sich in einen reißenden Gießbach, der ununterbrochen tagelang gewaltige Wassermengen direkt in die Emshammriche hineinträgt. Die braune Farbe des Wassers verrät seine Herkunft. Hier schlagen nackte Tatsachen alle widersprechenden theoretischen Erörterungen, die einen Einfluß der Moorkultur auf den Grundwasserstand des Emsalluviums verneinen.

Dieselbe Beobachtung konnte ich in dem Hasselter Hochmoor machen. Durch dieses Moor erstreckt sich ein etwa 100 m breiter Streifen abgetorften Gebiets. Während nun das Hochmoor selbst völlig trocken da lag, hatte sich auf der abgetorften Fläche ein Bach gebildet, über den das braune Moorwasser direkt in den Holtlander Hammrich hineinstürzte. Die Strömung in diesem Bach war so stark, daß eingeworfene Moorklumpen, die uns ein Ueberschreiten ermöglichen sollten, immer wieder fortgeschwemmt wurden, und wir uns gezwungen sahen, den Rückweg anzutreten. Auch auf dieser Tour traf ich auf Kolonisten, die barfuß sich bemühten, ihren tags vorher geschnittenen Hafer aufs Trockene zu bringen.

Die Siele sind nicht mehr imstande, die Wassermassen zu bewältigen, zumal schon aus dem Grunde nicht, weil — wie wir vorhin erkannten — die den Aufstau des Emswassers bewirkenden Winde aus dem Westquadranten die stärksten Niederschläge im Gefolge haben. Hier helfen nur noch Schöpfwerke von größter Leistung mit vorgelagerten Sammelbassins, und es ist eine berechtigte Forderung der ostfriesischen Landwirtschaft, daß mit der fortschreitenden Kultivierung der Hochmoore eine großzügige Entwässerung des Emsalluviums Hand in Hand zu gehen hat.

H_b = 3,8 m Cg = + 0,7 mm unter / 0,8 mm über } 764 mm

downloaded from www.zobodat.at

Emden

φ = 53° 22′ N λ = 7° 12′ E H = 2,033 m

Monat	Luftdruck auf 0° Normalschwere reduziert: Mittel mm	Maximum mm	Datum	Minimum mm	Datum	Lufttemperatur: C° 7a	2p	9p	Tagesmittel	Mittl. Max.	Mittl. Min.	Tagesschwankung	Absol. Max.	Datum	Absol. Min.	Datum	Dampfdruck 7a mm	9p mm	2p mm	Mittel mm	Relative Feuchtigkeit 7a Proz.	2p Proz.	9p Proz.	Mittel Proz.	Min. Proz.
Januar . . .	756,2	67,4	11.	40,5	14.	3,2	4,5	3,6	3,7	5,0	1,9	3,1	8,4	10.	–1,3	23.	5,3	5,6	5,4	5,5	92	89	91	91	59
Februar . .	64,1	77,9	9.	46,4	25.	1,2	4,4	2,5	2,7	5,0	0,2	4,8	10,1	27.	– 5,4	14.	4,7	5,1	4,9	4,9	90	79	86	85	44
März . . .	56,2	74,7	16	36,5	25	4,7	9,2	6,7	6,8	9,8	3,9	5,9	15,4	21.	– 1,9	15.	5,8	6,5	6,3	6,2	90	75	85	83	50
April . . .	57,3	69,1	18.	37,7	7.	6,2	9,5	6,6	7,2	10,0	4,2	5,8	14 1	19.	0,3	30.	6,3	6,1	6,1	6 1	87	68	82	79	36
Mai	61,9	70,1	7.	50,9	22.	8,8	13,2	9,1	10,0	14,0	6,1	7,8	21,2	5.	1,2	1.	6,9	6,7	6,8	6,8	80	68	77	72	38
Juni	58,6	69,4	15.	44 9	26.	11,8	15,2	12,2	12,9	16,3	9,5	6,8	27,7	17.	5,9	10	8,8	8,9	8,7	8,8	84	69	81	78	44
Juli	58,8	66,1	20.	48,4	2.	15,9	19,7	16,2	17,0	20,4	14,0	6,4	25,6	27.	10,3	21	11,8	11,7	11,8	11,8	87	69	86	81	53
August . .	59,0	71,0	3.	46,8	16.	15,3	19,4	16,1	16,7	20,1	13,8	6,3	25,5	8.	10,8	18	11,8	11,9	12,1	11,9	91	71	88	83	54
September .	55,8	68,2	28.	35,8	24.	12,5	16,3	13,3	13,9	17,1	11,3	5,8	23,8	1.	6,7	27	9,9	10,0	10,0	10,0	90	71	86	82	53
Oktober . .	61,7	76,4	9.	43,9	23.	8,9	12,3	10,0	10,3	12,8	7,5	5,4	15,9	2.	1,3	16.	7,7	8,2	8,2	8,0	89	86	88	84	56
November .	61,0	75,8	26.	41,4	7.	2,3	4,5	3,1	3,3	5,0	1,5	3,5	14,9	3	– 6,0	22	5,2	5,5	5,4	5,4	91	83	89	88	55
Dezember .	62,2	79,0	28.	30,5	23.	–2,4	–0,9	–1,9	–1,8	0,1	–3,8	3,9	7,1	23.	–15,2	21	3,5	3,7	3,6	3,6	86	82	87	85	63
Sommerhalbjahr Summe	351,4	413,9	—	264,5	—	70,5	93,3	73,5	77,7	97,6	58,9	38,9	137,9	—	35,2	—	55,5	55,3	55,5	55,4	519	406	500	475	278
Sommerhalbjahr Mittel	58,6	69,0	—	44,1	—	11,8	15,6	12,2	13,0	16,3	9,8	6,5	23,0	—	5,9	—	9,2	9,2	9,2	9,2	76	68	83	89	46
Winterhalbjahr Summe	361,4	451,2	—	239,2	—	17,9	34,0	24,0	25,0	37,7	11,2	26,6	71,8	—	–28,5	—	32,2	34,6	33,8	33,6	538	484	526	516	327
Winterhalbjahr Mittel	60,2	75,2	—	39,9	—	3,0	5,7	4,0	4,2	6,3	1,9	4,4	12,0	—	– 4,8	—	5,4	5,8	5,6	5,6	90	81	88	86	54
Jahr Summe	712,8	865,1	—	503,7	—	88,4	127,3	97,5	102,7	135,3	70,1	65,5	209,7	—	6,7	—	87,7	89,9	89,3	89,0	1057	890	1026	991	605
Jahr Mittel	59,4	72,1	—	42,0	—	7,4	10,6	8,1	8,6	11,3	5,8	5,5	17,5	—	0,6	—	7,3	7,5	7,4	7,4	88	74	86	83	50

download unter www.zobodat.at

h_t = 2,1 m

Emden

h_r = 2,5 m

Monat	Bewölkung 7a	Bewölkung 2p	Bewölkung 9p	Bewölkung Mittel	Niederschlag Summe mm	Tagesmaximum Betrag mm	Tagesmaximum Gemessen am	Zahl der Tage: Niederschlag ≥ 0.1 mm	Niederschlag ≥ 1.0 mm	Niederschlag ≥ 10.0 mm	★ ≥ 0.1 mm	⊡	△	▲	⊤	≡	heitere	trübe	Windverteilung N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Januar . . .	9,5	9,0	9,4	9,3	52,2	6,9	9.	16	13	—	4	4	—	—	—	8	—	25	0,5	1,0	0,5	8,5	12,5	44,0	18,0	5,0	3,0
Februar . .	9,0	7,2	6,9	7,7	42,1	18,2	28.	12	8	1	1	1	—	—	—	5	2	17	0,5	9,0	17,5	7,0	12,5	23 5	5,5	6,5	2,0
März . . .	8,2	6,8	6,8	7,3	47,3	6,4	11.	17	14	--	—	—	—	—	—	8	3	16	—	11,0	7,0	9,5	15,0	36,0	9,0	3,5	2,0
April . . .	8,3	7,0	6,5	7,3	93,4	11,4	7	25	18	3	—	—	4	—	1	—	—	14	3,0	1,5	0,5	4,5	4,5	15,5	22,5	28,5	10,0
Mai	6,4	5,7	5,2	5,8	37,3	15,3	15.	16	7	1	—	—	1	—	1	1	6	10	11,0	15.5	6,0	2,0	4,0	8,5	16,0	28,0	2,0
Juni	6,7	7,2	6,0	6,6	144,5	40,6	2.	21	17	6	—	—	—	1	7	—	1	9	3,5	5,5	8,5	3,0	4,0	32,5	14,0	13,0	6,0
Juli	7,4	7,0	6,1	6,8	89,8	24,4	28	16	10	3	—	—	—	—	6	—	3	14	14,5	10,0	5,0	6,0	7,5	17,0	9.0	13,0	11,0
August . .	6,6	6,3	4,4	5,8	210,4	88,4	7.	21	17	6	—	—	—	—	10	1	5	9	5,0	5,5	12,0	6,0	11,0	27,0	12,5	8,0	6,0
September .	8,1	6,6	4,7	6,5	62,8	10,0	11.	15	10	1	—	—	—	—	1	2	1	11	3,5	3,5	11,5	4,5	6,5	35,5	13,5	6,5	5,0
Oktober . .	8,1	6,7	7,1	7,3	66,1	14,7	23.	20	16	2	—	—	—	—	—	1	2	17	3,0	4,5	8,5	4,0	8,0	27,5	10,5	19,0	8,0
November .	8,6	7,3	8,7	8,2	33,9	8,5	6.	16	9	—	2	3	—	—	—	7	—	20	2,5	4,0	23,5	5,0	5,0	37,0	10,0	1,0	2,0
Dezember .	6,7	6,8	6,9	6,8	44,8	22,0	23.	8	5	2	4	12	—	—	—	1	5	13	6.0	21,0	40,5	6,0	3,0	2,5	3,5	4,5	6,0
Sommerhalbjahr Summe	43,5	39,8	32,9	38,8	638,2	190,1	—	114	79	20	—	—	5	1	26	4	16	67	40,5	41,0	43,5	26,0	37,5	136,0	87,5	97,0	40,0
Sommerhalbjahr Mittel	7,2	6,6	5,5	6,5	106,4	31,7	—	19	13	3	—	—	1	0	4	1	3	11	6,8	6,8	7,2	4,3	6,2	22,7	14,6	16,2	6,7
Winterhalbjahr Summe	50,1	43,8	45,8	46,6	286,4	76,7	—	89	65	5	11	20	—	—	—	30	12	108	12,5	50,5	97,5	40,0	56,0	170,5	56,5	39,5	23,0
Winterhalbjahr Mittel	8,4	7,3	7,6	7,8	47,7	12,8	—	15	11	1	2	3	—	—	—	5	2	18	2,1	8,4	16,2	6,7	9,3	28,4	9,4	6,6	3,8
Jahr Summe	93,6	83,6	78,7	85,4	924,6	266,8	—	203	144	25	11	20	5	1	26	34	28	175	53,0	91,5	141,0	66 0	93,5	306,5	144,0	136,5	63,0
Jahr Mittel	7,8	7,0	6,6	7 1	77,0	22,2	—	17	12	2	1	2	—	—	2	3	2	15	4,4	7,6	11,8	5,5	7,8	25,5	12,0	11,4	5,2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft in Emden

Jahr/Year: 1918-1927

Band/Volume: 1918-1927

Autor(en)/Author(s): Wildvang Dodo

Artikel/Article: Die Höhenlage des ostfriesischen Emsalluviums im Vergleich zum Wasserstande der Ems 1-39