

v. e.

DIE ENTSTEHUNG DER
WURTEN ODER „TERPEN“, UND
DIE SENKUNG DES BODENS

Wurten ~ sztuczne podniesienie terenu

VON

IR. D. H. S. BLAUPOT TEN CATE.

Overdruk uit: Bijdragen tot de kennis van de provincie
Groningen en omgelegen streken, van wege het Natuur-
kundig Genootschap te Groningen uitgegeven door het
Centraal Bureau voor de kennis van de provincie Groningen
en omgelegen streken.

DEEL II. — VIJFDE STUK.

BIJ J. E. WOLTERS — GRONINGEN, DEN HAAG, 1917.

G. 44
79

1668^x

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299619



117848



DIE ENTSTEHUNG DER WURTEN ODER „TERPEN“, UND DIE SENKUNG DES BODENS.

VON D. H. S. BLAUPOT TEN CATE.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Sturmfluten vom 12—13 März 1906 und 13—14 Januar 1916 haben in den Niederlanden beträchtlichen Schaden angerichtet. Dadurch, sowie durch die fortwährend steigende Jahresmittel des mittleren Gezeitenpegels sind Geologen sowie Ingenieure angeregt geworden, die Ursachen dieser Steigung des Meeresspiegels zu erforschen und womöglich ihre Grösse zu bestimmen.

Die Frage ist von eminenter practischer Bedeutung, denn nicht nur werden die Sturmfluten für die Deichen immer gefährlicher, sondern daneben erhöhen sich auch die Schwierigkeiten der Wasserentleerung jener Gebiete, die noch nicht unter Polderentwässerung stehen.

Es versteht sich, dass zur Erklärung dieser Tatsachen an allererster Stelle an eine Senkung des Bodens gedacht wird, mit welchem Namen man die Aenderung im Verhalten des Bodenniveaus zum Meeresspiegel anzudeuten pflegt, ohne dabei zu entscheiden ob das Land sich senkt oder das Meer sich hebt¹⁾.

Es wäre vielleicht vorzuziehen von Bodenbewegungen zu reden, weil auch diese nicht aus einem einzigen Phänomen bestehen. Sie lassen sich unterscheiden in:

a. allgemeine epirogenetische Niveauverschiebungen:

¹⁾ Wahrscheinlich sind diese Faktoren nicht ganz von einander unabhängig, sondern können in Verbindung mit einander auftreten.

b. richtige Faltungsbewegungen (Bildung von Sätteln und Mulden)

c. Verschiebungen, sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung an Brüchen (Bildung von Horsten und Gräben)¹⁾. Wir müssen also erforschen von welchen dieser Bodenbewegungen die Niederlande betroffen worden sind, wie gross ihr Einfluss gewesen ist, und wie lange sie gedauert haben um daraus auf ihre mutmaassliche Wirkung *in der Zukunft* schliessen zu können.

Aus Bohrungen ist uns bekannt, dass wenigstens seit dem Pliozän — obwohl wahrscheinlich mit kurzen Unterbrechungen oder selbst Perioden entgegengesetzter Bewegung — die Niederlande sich an sub. *a* angehörenden Senkungen beteiligt haben, und zwar die N. W. Gegenden am stärksten.

Zwar haben auch die sub. *b* genannten Bewegungen ihren Einfluss auf die Niederlande geltend gemacht, aber in viel stärkerem Maasse scheinen die sub *c* erwähnten zu dem Aufbau dieser Gegend beigetragen zu haben. In den Provinzen Limburg und Brabant und im Ruhrkohlenrevier hat man ihren Einfluss bis in die Carbonperiode zurückverfolgen können. In jenen Gegenden beherrschen diese Bewegungen auch heute noch das Relief des Landes zum grössten Teil, wie u. a. aus dem Flussläufen hervorgeht.²⁾ Die Gräben sind hier einigermaassen fächerartig auslaufend S.O.—N.W. und S.W.—N.O. gerichtet.

In dem ausserhalb des Kohlenreviers gelegenen Niederländischen Gebiete haben sich diese Gräben noch nicht mit Sicherheit nachweisen lassen, weil dort die älteren Erdschichten durch die sub *a* genannten Bewe-

¹⁾ „Niederlande“ (14) Die Nummern in Klammern beziehen sich auf die Literaturliste.

²⁾ Rijksopsporing van Delfstoffen 1913 (23). (Man vergleiche die Karte).

gungen tiefer herabgesunken sind, so sehr dass an manchen Stellen selbst das Tertiär noch nicht einmal durchbohrt ist.

Dennoch nehmen die Geologen mehr und mehr auch für diese Gegende die Bildung von Gräben und Horsten an. Dr. Lorieé und Dr. jur. Van Waterschoot van der Gracht u. a. vermuten das Vorkommen solcher Bewegungen im Centrum der Niederlande. Meins Erachtens besteht kein Grund eine solche Bewegung nicht auch für unsere Küstenländer anzunehmen, denn auch hier ist die Erdkruste den Druck- und Zugspannungen unterworfen gewesen, und noch jetzt denselben ausgesetzt.

Die Struktur des ganzen Landes spricht m. E. für diese Hypothese, denn darin sind die ungefähr S.O.—N.W. und S.W.—N.O. gerichteten Linien deutlich zu unterscheiden, als Rinnen in den Watten, als alte zugeschwemmte Meerbusen, als Hügelrücken und Flussläufe, letztere wechselweise N.W. en S.W. verlaufend, weil sie Haupt- und Quergräben folgen ¹⁾.

Weniger deutlich zeigt es sich in den Dünen. Zwar ist deren Landseite S.W.—N.O. gerichtet, aber mit den Meeresküsten — also an der Seeseite — ist dies in Holland nicht der Fall. Aber diese sind von den Gezeitenströmungen, welche durch die Meerenge von Calais kommen, abgenagt, wie Dr. Lorieé gezeigt hat.

Bei der Betrachtung der sandigen Untiefen und -Rücken ²⁾ vor der Küstenlinie gewahren wir wieder die S.W.—N.O. Richtung, was uns beweist, dass das Meer unsere Küsten benagt hat, und die Dünen ur-

¹⁾ D. H. S. Blaupot ten Cate (7). Man vgl. die Karte, doch möchte ich keinesfalls die Horstlinien auf derselben als feststehend betrachtet wissen, denn dazu waren die mir zu Leihste stehende Daten ungenügend.

²⁾ Man vergleiche die Karte des Wasserbau-ingenieurs R. P. J. Tutein Nolthenius, in: Verslagen van de geologische sectie van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap, vol. II. 4e Lief.

sprünglich ebensogut die S.W.—N.O. Streckung eingehalten haben.

Im Norden der Niederlande deutet u. a. die Ablagerung von „potklei“ (auf deutsch Lauenburger Ton) auf die Bildung von Gräben hin. Denn wo die obere Fläche dieser Formation auf tieferem Niveau liegt, ist die Schicht an sich um so dicker, eine Erscheinung, welche sich auch zeigt bei den verschiedenen Formationen des Kohlenreviers, und hier also den nähmlichen Ursachen zugeschrieben werden darf. Weiter ist bemerkenswert, dass dieser Ton in alten zugeschwemmten Busen sehr dicke Schichten aufweist.

Aus allem diesem geht die Wahrscheinlichkeit einer noch jetzt fortwährenden allgemeinen Senkung unseres Landes hervor, verbunden mit schärferer Ausbildung der Horste und Gräben, weil kaum anzunehmen ist, dass Ursachen, die so lange Zeit Einfluss geübt haben, jetzt gänzlich zu wirken aufgehört hätten.

Im allgemeinen ergibt sich aus der Schichtenlagerung die Grösse der Bodenbewegungen in den *geologischen* Perioden. Dagegen lässt sich aus ihnen diese Grösse für die Dauer *unserer Zeitrechnung* nicht ableiten, was natürlich für eine Abschätzung in der Zukunft von grosser Bedeutung ist. Um diese zu ermitteln, haben wir also zu Erscheinungen anderer Ordnung unsere Zuflucht zu nehmen.

Für die jüngste Zeit können die Pegel uns die erforderlichen Data verschaffen. Nördlich von „Hoek-van-Holland“ deuten die Jahresmittel für mittleres Gezeite sämtlicher Pegel auf Bodensenkung. Doch ist diese für alle Pegel nicht gleich gross, was auf die Bildung von Horsten und Gräben hinweisen kann. Im allgemeinen finden sich die Pegel bei Häfen und Schleusen, was zu dem Schluss ermächtigt, dass die Mehrzahl innerhalb der Gräben oder in der Nähe derselben sich befinden wird, und es also möglich ist, dass es Stellen gibt, wo die Senkung eine geringere ist. Wirklich

stimmen einige Pegel in Zeeland zu dieser Annahme. Daraus geht zu gleicher Zeit hervor, dass die Senkung nicht allein durch Steigung des Meeresniveau's hervorgerufen sein kann, denn diese müsste auf allen Pegeln denselben Einfluss üben.

In den graphischen Vorstellungen der mittleren Gezeiten lässt sich Brückner's 35-jährige Periode sehr gut erkennen, worauf also bei der Berechnung der Senkung zu achten wäre, wie dies auch von Ing. J. C. Ramaer getan ist.

Im Lande der Wurten, das im nachfolgenden zur Sprache kommen wird, verfügen wir nur über eine geringe Pegel-zahl, die ausserdem der Mehrzahl nach bei wasserlösenden Schleusen sich befinden, [was immer mehr oder weniger unsichere Ergebnisse zur Folge hat. Eine seculäre Senkung von 20—40 cM., berechnet aus den Ergebnissen der verflossenen 35 Jahre, scheint mir für jene Gegende nicht unwahrscheinlich.

Pegelhöhen können nur die Bodenbewegungen am Meere entlang anzeigen. Um diese tiefer landeinwärts kennen zu lernen müssen wir von der Nivellirung Gebrauch machen, und zwar bedürfen wir zweier mit beträchtlichen Zwischenpausen ausgeführten Aufnahmen.

Ergiebt sich der Höhenunterschied zweier Punkte bei der zweiten Aufnahme als unverändert, so ist die vertikale Bewegung beider Stellen dieselbe gewesen; ist ein Unterschied eingetreten, so war sie verschieden.

Durch Verknüpfung dieser Nivellirungen mit zuverlässigen Pegelhöhen bekommt man zugleich einen Einblick in die Bewegungen des Landes in Bezug auf das Meeresniveau.

Durch Anschluss an mehrere Pegelhöhen bekommen wir eine Kontrolle über diese Pegel selbst.

Leider haben wir in Holland nur über eine einzige Präzisions-nivellirung zu verfügen, doch ist eine zweite in Vorbereitung. Meins Erachtens deuten aber auch schon jetzt ältere, weniger genaue Nivellirungen auf lokale Bodenbewegungen hin.

Durch diese Pegelbeobachtungen, in Verbindung mit den erwähnten geologischen Daten, gewinnt die Annahme einer fortwährenden Senkung des Bodens, auch in der Zukunft, an Wahrscheinlichkeit.

Doch sind wir erst seit Kurzem im Besitze wirklich zuverlässiger Pegel. Daraus geht die Notwendigkeit hervor, eine bedeutendere Menge von Tatsachen über längere Zeiträume zu sammeln. Deshalb hat sich schon seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Wurten gerichtet, d. h. die von Menschen künstlich angehäuften Hügel mit geringem Gefälle im Marschgebiete, deren Grösse zwischen wenigen und ± 15 H.A. schwankt, während ihre Höhe von 3 bis ungefähr 6 M. + A.P. (Deutsch N.N. — normal Null) reicht. Sie dienen zur Sicherung der Bewohner gegen Sturmfluten.

Durch die Anhäufung dieser Hügel wurden also kleine Areale des Bodens von der Aussenwelt abgeschlossen, worauf die Natur weder durch Aufschwemmung noch durch Abnagung der Erde fernerhin einigen Einfluss ausüben konnte. Ebensowenig können Einschrumpfung oder Auslangung von Kalksalzen irgendwelche bedeutende Veränderungen hervorgerufen haben, weil die Sohle (wie man die Bodenfläche der Wurten nennt) nicht mehr von der Sonne erwärmt wurde, und die Wurten im allgemeinen eine sehr feuchte Beschaffenheit besitzen. Ist man also im Stande, die Höhenlage dieser Sohle zur Zeit des Aufbaues der Wurte zu bestimmen, und ebenso den Zeitpunkt wo dieser Aufbau stattfand, so kann mit Hülfe der jetzigen Höhenlage die Grösse der Senkung während des nach diesem Bau verflossenen Zeitraumes festgestellt werden.

Bestimmen wir also zuerst, so gut wie möglich den Zeitpunkt der Entstehung der Wurten. Die ältesten Nachrichten über die Wurten, die auf uns gekommen sind, stammen von dem römischen Historiker Plinius. Er beschreibt *hohe*, auf dem Watt gelegene Hügel deren Bewohner sich vom Fischfang ernährten, und keine

Haustiere hielten. Hauptsächlich auf dieses Zeugniß gründet Dr. Rietema seine Meinung über das Alter der Wurten. Er betrachtet die Tage von Plinius als das Ende einer Culturperiode. Durch das stete Näherrücken des Meeres, in Folge der Zerstückelung des Dünensaumes, war die Viehzucht unmöglich geworden, und die armen Bewohner für ihre Existenz auf den Fischfang angewiesen. Deshalb nimmt er ein sehr hohes Alter für die Wurten an, 1000 oder vielleicht selbst 1500—2000 vor Chr. Geb.

Andere Autoren dagegen worunter Prof. J. M. van Bemmelen, nehmen an, dass diese Wurten von Plinius verschwunden sind, und die noch jetzt bestehenden Terpen jüngeren Datums sind, eine Meinung, die vom Verfasser dieser Zeilen geteilt wird. Denn die heutigen Terpen machen nicht den Eindruck von *hohen* Hügeln; dazu ist ihre Erhebung in Bezug auf die Ausdehnung ihrer Grundfläche zu gering. M. E. waren die Wurten von Plinius kleine steile Hügel, und fanden sie sich an den Ufern und auch innerhalb der damaligen Meerbusen, deren Entstehung also mit Horst- und Gräbenbildung in Zusammenhang stehen könnte.

Deshalb verdient es den Vorzug den Anfang des Aufbaues der heutigen Terpen, die nicht aus einem Guss, sondern allmählich Stockwerkartig aufgeworfen sind, auch auf Grund der gefundenen Altertümer mit Dr. J. H. Holwerda und anderen Forschern ungefähr in den Anfang unserer Zeitrechnung zu rücken.

Nur in vereinzelt Wurten fand Dr. Jur. Boeles Spuren einer etwas älteren Kultur.

Der oberste Teil der Mehrzahl aller Terpen reicht auch jetzt noch fast in das Niveau der höchsten Sturmfluten. Nach der Hypothese Rietema's würde hieraus hervorgehen, dass der Boden in den verfloßenen zwanzig Jahrhunderten sich nur wenig gesenkt hätte, was m. E. nicht richtig sein kann, weil der Boden rings um die Wurten nur in geringem Maasse oder selbst gar nicht angeschwemmt ist.

Es erübrigt jetzt noch die Frage zu lösen, wie hoch die Sturmfluten innerhalb der Dünenkette stiegen. Nach der Meinung der Gelehrten war das Wurtengebiet schon vor der Bildung der Dünen bewohnt. Die Basis der Wurten muss also wenigstens ebenso hoch oder höher als die höchsten Sturmfluten gelegen haben. Ueber die Frage, wie hoch diese Fluten innerhalb der Dünenkette steigen konnten, besteht grosse Meinungsverschiedenheit. Die grosse Mehrzahl der Forscher nimmt an, dass zu jener Zeit das Terpengebiet entlang sich noch ein fast ununterbrochener Dünensaum erstreckte der den Fluten nur geringen Zutritt zu den Marschgegenden gestattete.

Es versteht sich aber, dass man in den Tagen wo von Bodensenkung noch nicht die Rede war, sich genötigt sah zu einer solchen Hypothese seine Zuflucht zu nehmen. Jetzt aber, wo alle oder fast alle Forscher von der Tatsache der Bodenbewegungen überzeugt sind, ist die Annahme eines bedeutenden Einflusses der Zerstückelung der Dünenkette nicht mehr notwendig. Nichtdestoweniger halten auch jetzt noch viele Forscher daran fest, obwohl meins Erachtens ein solcher Einfluss gänzlich ausgeschlossen ist. An verhältnissmässig so nahe bei einander gelegenen Stellen kann ein grosser Unterscheid im Wasserstande nicht bestehen, weil dabei das Gefälle und infolgedessen die Stromgeschwindigkeit so gross werden würde, dass innerhalb kürzester Frist die Rinnen derart ausgeweitet werden müssten, dass ein bedeutender Zutritt des Wassers ermöglicht würde.

Bei der Betrachtung der verschiedenen zugeschwemmten Meerbusen sehen wir dass sich diese am besten mit der Emsmündung und dem Dollard vergleichen lassen. Wiewohl der letztere ein Becken von beträchtlichem Umfang bildet, worin also das Wasser sich ausbreiten kann, steigen die Sturmfluten darin noch höher als in der Nordsee.

Ich gehe also von der Voraussetzung aus, dass um

Chr. Geb. das Meer in die verschiedenen Gräben, die sich jetzt noch an den vollgeschwemmten Busen erkennen lassen, und wo sich jetzt keine Wurten finden, infolge der Bodensenkung eindringen konnte, und dass zugleichzeit die Basis der Bodenerhebungen noch hoch genug lag um nur der Wurten, oder vielleicht selbst nur ihrer unteren Schichten zum genügenden Schutz von Menschen und Tieren zu bedürfen.

Doch es erheben sich auch hier noch Schwierigkeiten nämlich die hohe Lage des Tonbodens. Doch kann dieser in zweierlei Weise entstanden sein, und zwar:

a. durch temporäre Bodenerhebung; eine solche ist nicht unwahrscheinlich, denn in der Geologie kennt man entgegengesetzte Niveauverschiebungen in mehreren Perioden.

b. durch fluviatile Aufschwemmung. Auch diese ist denkbar denn Dr. Van Giffen erwähnt Wurten mit mariner (vom Meere gebildeter) und fluviatiler (von Flüssen gebildeter) Sohle.

Wie sich der gegenwärtige Zustand allmählich aus dem früheren entwickelt hat, habe ich auf die der ursprünglichen Abhandlung beigelegten Tafel darzustellen versucht ¹⁾.

Hieraus würde sich für die Horsten eine sekuläre Senkung von ± 20 cM. und für die Gräben von 30 cM. ergeben. In Zusammenhang mit dem für die Pegelskalen Bemerkten, müssen wir also bei technischen Werken

¹⁾ Die Zeichnung wird nicht in allen Hinsichten richtig sein, aber dennoch ist diese Darstellungsweise die einzig richtige Methode, die zu guten Ergebnissen führt, weil es bei einer Zeichnung nicht so leicht gelingt über zweifelhafte Stellen hinweg zu gleiten.

Bei diesen Voraussetzungen ist die Möglichkeit grösserer Perioden in der Senkung nicht mit in Betracht gezogen, weil der Verfasser darüber nichts mit Sicherheit zu sagen wüsste. Doch ist mehr Licht auch über diese Frage sehr erwünscht; Pegelhöhen und Wurten können uns darüber belehren. Im offenen Y vor Amsterdäm haben von 1700 bis 1860 Wahrnehmungen stattgefunden, doch sind diese noch nicht vollständig ausgerechnet.

mit einer sekulären Senkung von 30 cM. in Durchschnitt rechnen.

Es handelt sich hier um eine Frage von so grosser Tragweite, dass die Möglichkeit einer geringeren Senkung nicht in Betracht kommen darf. Wir müssen uns hinter unseren Deichen fortwährend in Sicherheit fühlen, und es ist deshalb ratsam die höchste Schätzung anzunehmen.

Stille sitzen ist nicht erlaubt, wir müssen versuchen unsere Kenntnisse der Zustände zu vermehren.

Deshalb ist die Gründung eines Vereins für die Förderung der Wurtenuntersuchung von mir mit Freude begrüsst worden. Dem eifrigen Leiter dieser Forschungen, Dr. A. E. van Giffen, möge es vorbehalten sein, über die Lebensweise unserer Ahnen auf den Wurten viel Neues zu Tage zu fördern.

Ir. D. H. S. BLAUPOT TEN CATE.

Arnhem, Jan. 1917.



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



7848

L. inw.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299619