

## Die Bedeutung der relativen Küstensenkung für die Niederlande\*)

Von Johannes Barend Schijf

Von den Niederlanden liegen 40% unter dem normalen Hochwasserstand der Nordsee, und in diesem Gebiet leben und arbeiten 60% unserer gesamten Bevölkerung. Dieser Zustand erfordert eine ununterbrochene Sorge für den Hochwasserschutz, die Entwässerung und die Bekämpfung der Salzwassereinsickerung. Einer unserer Dichter hat von unserem Land gesagt: „Du, nicht auf meinen Wunsch dem Meer entrungen;“ und von Zeit zu Zeit sprechen wir Ingenieure es ihm nach. Vielleicht hätte man ein solches Land niemals bewohnen dürfen, aber dazu ist es jetzt einige tausend Jahre zu spät. Die Sachlage macht es aber wohl selbstverständlich, daß wir für die Frage Küstensenkung — Wasserstandshebung ein reges Interesse haben. Dabei handelt es sich vom Ingenieurstandpunkt aus an erster Stelle um die relative Bewegung, und es kann dann scheinen, als ob die Frage, inwieweit die Rede ist von einem Steigen des Meeresspiegels und inwieweit von einer Bodensenkung, beide genommen bezüglich des Erdmittelpunktes, nicht sachdienend wäre. Aber bei reiflicher Überlegung zeigt es sich doch, daß gerade für den Ingenieur das Problem viel komplizierter ist. Denn unser Boden — und gerade in den niedrigen Lagen des Landes — ist aus holozänen Erdschichten gebildet, im Küstengebiet vielfach etwa 20 m stark, und in diesen Schichten können bedeutende Setzungen auftreten. Das hat mehrere Folgen:

1. Wenn wir eine Senkung zu beobachten glauben, wieweit ist es dann eine Bewegung des Meeresspiegels in bezug auf den festen Untergrund, und wieweit ist es eine Folge von Sackungen in den darübergelegenen Schichten? (Wenn wir dabei von „festem Untergrund“ sprechen, dann meinen wir das Pleistozän, denn wir glauben, das Diluvium als festen Untergrund ansprechen zu dürfen.)
2. Diese Sackungen können von einer Stelle zu der anderen bedeutend auseinandergehen, und
3. Wir beeinflussen selbst die Setzungen durch unsere Tätigkeit, durch die Belastung mit Kunstbauten, aber auch durch die Erniedrigung des Wasserstandes; also durch Entwässerung.

Daher ist ein richtiges Verständnis des Problems Bodensenkung — Wasserstandshebung nicht möglich, wenn wir nicht wenigstens versuchen, darin die verschiedenen Elemente zu erkennen. Und da unterscheiden wir an erster Stelle die relative Bewegung des Meeresspiegels und zweitens die Setzungsphänomene in den holozänen Schichten. Man kann dann den ersten Punkt wieder weiter aufteilen in absolute Bewegungen des Meeresspiegels, die entweder durch Veränderungen der Wassermengen der Ozeane oder durch Veränderungen in der Größe der Ozeanbecken verursacht werden. Das kann man ozeanographische Bewegungen nennen. Daneben hat man absolute Bewegungen des festen Untergrundes als Folge der Umgestaltung der Erdrinde durch geologische Vorgänge.

Von den ozeanographischen Bewegungen kann man sagen, daß sie zu einem bestimmten Zeitpunkt für die ganze Erdoberfläche gleich sind. Die geologischen Bewegungen können von einem Gebiet zum anderen schwanken. Aber sie bestreichen doch wohl einen so großen Raum, daß z. B. innerhalb der Oberfläche der Niederlande keine bedeutenden Abweichungen auftreten werden. Dagegen müssen die Sackungen in den holozänen Schichten als bodenmechanische Vor-

\*) Nach einem Vortrag auf der 3. Arbeitstagung des Küstenausschusses Nord- und Ostsee am 15. Oktober 1959 in Bremen.

gänge betrachtet werden, die von Ort zu Ort durchaus verschieden sind. Je nach der Natur der Frage sprechen wir bei ihnen von Geländesackungen, Setzungen von Kunstbauten oder Setzungen von Deichen.

Mit der relativen Bewegung des Meeresspiegels hinsichtlich des festen Untergrundes haben sich viele Wissenschaftler, Ozeanographen, Geologen, Geographen, Paläontologen, Archäologen und sogar auch Ingenieure beschäftigt. Dabei hat man auch wiederholt versucht, diese Bewegung aufzuteilen in eine wahre Meeresspiegelhebung und eine wahre Bodensenkung. Wenn man nur eine Stelle betrachtet, ist das überhaupt unmöglich. Aber selbst, wenn einem eine Anzahl auf der Erde verstreuter Beobachtungsstellen zur Verfügung stehen würden, bleibt noch die Schwierigkeit bestehen, daß die Frage immer eine Unbekannte mehr enthält als die Zahl der Gleichungen, welche die Beobachtungen liefern. Daher ist für eine Lösung dieser Frage immer noch eine Ergänzungsannahme nötig, und das hat zur Folge gehabt, daß es fast ebenso viele Ergebnisse gibt wie Untersucher. „Laßt hundert bunte Blumen blühen“, sagt ein chinesischer Dichter. Der abendländische Ingenieur ist gewöhnlich weniger poetisch, und er fragt sich, was er damit anfangen soll. Glücklicherweise ist für den Ingenieur diese Trennung, die Trennung zwischen wahrer Bewegung des Meeresspiegels und wahrer Bewegung des festen Untergrundes, von geringer Wichtigkeit. Er kann sich damit begnügen, die relative Bewegung des Meeresspiegels bezüglich des festen Untergrundes zu unterscheiden von den bodenmechanischen Setzungen. Das ist für die Niederlande eine sehr wesentliche Unterscheidung.

Indessen haben auch mit dieser Beschränkung verschiedene Studien über die relative Meeresspiegelhebung nicht immer zu übereinstimmenden Ergebnissen geführt. Aus ihnen geht aber doch wohl hervor<sup>1)</sup>, daß während der letzten 10 000 Jahre Bewegungen in bedeutend schnellerem Tempo stattgefunden haben müssen als heute. Und so kann man z. B. die verfügbaren Daten interpretieren im Sinne einer im Laufe der geologischen Zeit abnehmenden relativen Meeresspiegelhebung, superponiert mit Schwankungen von verhältnismäßig kurzer Dauer („kurz“, d. h. dann einige Hunderte von Jahren). Wenn man das so interpretiert, dann müssen wir uns heute in einem ansteigenden Zweig einer solchen sekundären Schwankung befinden. Darf aber eine derartige Deutung uns dazu verführen, in der nächsten Zukunft einen Stillstand, möglicherweise sogar gefolgt von einer Senkung, zu erwarten? Persönlich glaube ich, daß solche Erwartungen zu spekulativ sind, wenigstens solange wir noch zu wenig wissen vom Mechanismus oder dem mechanischen Komplex, der die relative Meeresspiegelhebung verursacht. Man kann es sich ja im Prinzip auch so denken, daß die verhältnismäßig schnelle Hebung, welche aus den Pegelbeobachtungen der letzten achtzig Jahre hergeleitet wird, auf eine ungünstige Änderung im totalen Regime zurückzuführen ist, anstatt auf eine Schwankung von kurzer Dauer. Jedenfalls weisen die rezenten Beobachtungen über das Abschmelzen des Polareises sicher nicht darauf hin, daß die Meeresshebung in kurzer Frist zu Ende kommt.

Die bodenmechanischen Vorgänge können in den Niederlanden erheblich schnellere Bewegungen verursachen als das jetzige Tempo der relativen Meeresspiegelhebung. Von einigen Trockenlegungen wissen wir z. B., daß die Geländeoberfläche während eines Jahrhunderts einen Meter oder mehr gesackt ist. Das sind natürlich Vorgänge von stark örtlicher Natur, und sie müssen also aus den Untersuchungen des allgemeinen Problems eliminiert werden. Da fragt es sich aber, wie wir das tun können, wenn wir es mit einer komplexen Bewegung zu tun haben, deren Einzelkomponenten nicht genau bestimmt sind und wo auch ein zuverlässiger Vergleichspunkt fehlt. Diese Schwierigkeit und gewiß auch ein nicht immer klarer Begriff der komplexen Natur der Bodenbewegungen haben früher dann und wann Anlaß zu nicht ganz be-

<sup>1)</sup> BENNEMA, J.: Bodem- en Zeespiegelbewegingen in het Nederlandse Kustgebied. Uitgave: H. Veenman en Zn., Wageningen 1954.

gründeten Folgerungen hinsichtlich der Größe der Bodensenkung gegeben. Dieses kann um so mehr verwirrend wirken wegen der Gewohnheit, die Sackung oder Senkung anzudeuten mit einem Betrag je Jahrhundert. Damit wurde bei nicht sehr kritisch eingestellten Zuhörern die Suggestion einer ununterbrochenen Fortsetzung in gleichem Tempo hervorgerufen, und das ist weder für die relative Meeresspiegelhebung noch für die bodenmechanische Sackung richtig. Ich möchte daher empfehlen, mit dem Ausdruck „Sackung je Jahrhundert“ ein wenig vorsichtiger umzugehen, als es in der Vergangenheit wohl dann und wann gemacht worden ist.

Alles zusammengenommen, bilden die bodenmechanischen Sackungen eine schwierige Entwicklung, auch da sie — und das wieder aus technischen Gesichtspunkten — die Folgen eines Deichbruches sehr viel schlimmer machen. Dennoch bieten sie auch einen Lichtblick, nämlich den, daß es möglich ist, über diesen Punkt wenigstens einigermaßen verlässliche Berechnungen und demnach Voraussagen zu machen.

Der allerwichtigste Punkt in dem ganzen Problem ist die Senkung der Deichkronen. Diese Senkung wird zusammengesetzt

1. aus der relativen Hebung des Meeresspiegels hinsichtlich des festen Untergrundes,
2. aus der Setzung der holozänen Schichten an sich,
3. aus der Setzung des Untergrundes infolge der Belastung durch den Deich und dann schließlich
4. aus der Sackung im Deichboden selbst.

In der Ingenieurpraxis geht es darum, daß wir einen Zuschlag ermitteln müssen, welcher der Höhe der Deichkrone hinzuzufügen ist, die ohne diese Gesichtspunkte aus dem maßgebenden Wasserstand, dem Wellenaufwurf usw. ermittelt werden müßte. Jetzt, nach der Sturmflut vom Februar 1953, sind wir in den Niederlanden beschäftigt, unseren ganzen Küstenschutz zu revidieren und neuen Sicherheitsforderungen anzupassen, und daher ist diese Frage von aktueller Wichtigkeit. In bezug auf die bodenmechanischen Vorgänge kennen wir die Natur des Prozesses, und wir können daher eine ziemlich zuverlässige Voraussage machen, die dann selbstverständlich von Ort zu Ort verschieden ist. Hinsichtlich der ozeanographischen und geologischen Vorgänge mangelt es dagegen an ausreichenden Erkenntnissen, jedenfalls für eine quantitative Behandlung, die eine richtig begründete Berechnung gestatten würde. Die einzige Basis, die wir hier für eine Voraussage haben, ist eine Extrapolation aus der Vergangenheit mit allen Ungewisheiten, die damit verbunden sind. Und hier bekommt die Frage, ob man es wirklich mit einem allgemeinen Gang mit abnehmender Tendenz und darauf superponierten, relativ geringen Schwankungen zu tun hat oder etwa mit einer neuerdings angefangenen Beschleunigung des allgemeinen Prozesses, eine sehr große Bedeutung. Für längere Zeit ist eine derartige Extrapolation daher unmöglich.

Man braucht aber unseres Erachtens bei Ausführung von Wasserbauten auch nicht zu versuchen, allzuweit in die Zukunft zu schauen. Wir können und dürfen nicht beanspruchen, Deiche zu bauen, welche in alle Ewigkeit ihrem Zweck entsprechen werden. Man kann ja auch der Nachwelt etwas überlassen, die, das darf man doch erwarten, beträchtlich mehr Kenntnis und viel bessere technische Mittel zur Verfügung haben wird als wir. Wir meinen deshalb, nicht weiter gehen zu müssen, als einen Zuschlag zu nehmen, der für einen Zeitraum von hundert Jahren genügt. Es erscheint uns nicht unzulässig optimistisch, diesen Zuschlag auf zwei Dezimeter zu bemessen. Wir können dabei auch bedenken, daß eine Ungewißheit um mindestens dieselbe Größenordnung in der Bestimmung der Deichkronenhöhe aus anderen Gründen besteht. Wenn wir dann der Nachwelt, unseren Söhnen und Enkeln, die Aufgabe überlassen, in diese Frage mehr Licht zu bringen, als wir es zu tun vermögen, dann müssen wir aber die

Pflicht übernehmen, ihnen dazu so gut wie möglich die Gelegenheit zu schaffen. Nur so können wir ihren Dank verdienen, wenn auch erfahrungsgemäß Söhne den Vätern selten dankbar sind.

Das Beobachtungsmaterial, das wir jetzt in der Form von an Pegeln abgelesenen Wasserständen besitzen, ist nicht besonders befriedigend. Nicht nur ist eine zu kurze Periode betrachtet, sondern es sind die Werte auch mit allerhand Ungewißheiten behaftet, welche die Deutung erschweren. Das kann sicher verbessert werden, und die Gedanken, die wir heute ausarbeiten mit der Absicht, in dieser Beziehung für die Zukunft eine zuverlässigere Basis zu schaffen, wird Kollege WEMELSFELDER auseinandersetzen.