ABHANDLUNGEN

aus dem Landesmuseum für Naturkunde
zu Münster in Westfalen

herausgegeben von

Dr. L. FRANZISKET
Direktor des Landesmuseums für Naturkunde, Münster (Westf.)

18. JAHRGANG 1956, HEFT 1

Zur Geologie der Senkungszone des Heiligen Meeres (Kreis Tecklenburg)

von FRANZ LOTZE, Münster

MÜNSTER (WESTF.) · 1. FEBRUAR 1957

Inhaltsangabe

Seite

I. Einleitung 3

II. Die Senken als morphologische Besonderheit der Heilig-Meer-Zone . . . 4

a) Verzeichnis der einzelnen Senkungsformen 5

b) Klassifizierung und Typisierung der Senkungsformen 9

III. Die geologischen Verhältnisse der oberflächennahen Bereiche der Heilig-Meer-Zone 12

IV. Die Vorgänge an der Erdoberfläche bei der Entstehung der Senken . . 13

a) Der Erdfall am 14. April 1913 13

b) Die Vorgeschichte des Erdfallsees 16

c) Spätere Änderungen im Erdfallsee-Gebiet 18

d) Gesamtvorgang der Bodensenkungen am Erdfallsee 20

e) Schlüsse hinsichtlich der Entstehung des Heiligen Meeres 20

f) Zur Entstehung der übrigen Senken der Heilig-Meer-Zone 22

V. Die geologischen Verhältnisse des tieferen Untergrundes als Vorbedingung der Senkungserscheinungen 24

VI. Die derzeitigen geologischen Vorgänge im Untergrund 32

a) Die Vorgänge im allgemeinen 32

b) Die speziellen Vorgänge in der Heilig-Meer-Zone 32

Literaturverzeichnis 35

Zur Geologie der Senkungszone des Heiligen Meeres (Kreis Tecklenburg)

von Franz Lotze, Münster

Mit 4 Tafeln und 10 Abbildungen im Text

I. Einleitung

Im westfälischen Kreise Tecklenburg liegen beiderseits der Landstraße Ibbenbüren—Hopsten die Naturschutzgebiete des Heiligen Meeres, des Erdfallsees und des Heideweihers (Meßtischblatt Nr. 3611, Hopsten). In ihnen treten morphologische Erscheinungen auf, die in mancher Hinsicht ungewöhnlich sind und deshalb schon seit langem die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben. Am auffallendsten sind rundliche, mit Wasser gefüllte Einsenkungen verschiedenen Durchmessers und z. T. beträchtlicher Tiefe; hierzu gehören das Kleine Heilige Meer sowie Teile des Erdfallsees und des Großen Heiligen Meeres. Daneben finden sich flache, unregelmäßig gestaltete, pfützenartige Tümpel und ausgedehntere, versumpfte oder vertorfte Bodensenken.

Diese Erscheinungen halten sich, wie Taf. 1 erläutert, an einen etwa $4^1/_2$ km langen und 1 bis $1^1/_2$ km breiten Streifen, der sich in südwest-nordöstlicher Richtung parallel dem Nordwestabfall des Ibbenbürener Schafberges vom Uffler Moor durch das Heilige Feld bis zum Aa-Tal wenig östlich des Kleinen Heiligen Meeres erstreckt. Er sei als „Senkenzone des Heiligen Meeres" oder kurz als „Heilig-Meer-Zone" bezeichnet.

Das Werden einer dieser Hohlformen, nämlich des Erdfallsees, konnte am 14. April 1913 unmittelbar beobachtet werden. Bei diesem Vorgang entstanden neue morphologische Verhältnisse in ganz kurzer Zeit, und so zeigte sich in sehr drastischer Weise, wie lebhaft die exogene Dynamik in der Heilig-Meer-Zone auch heute noch ist, — ganz im Gegensatz zu dem Verhalten sonstiger nordwestfälischer Landstriche.

Hier müssen also besondere Verhältnisse vorliegen, und so drängt sich die Frage auf, welcher Art diese seien. Um die Erscheinungen zu ver-

stehen, bedarf es zunächst der genaueren Kenntnis der sich an der Erdoberfläche darbietenden Einzelverhältnisse in morphologischer, hydrologischer und geologischer Hinsicht, weiter der Kenntnis der bei der Entstehung der Formen nahe der Tagesoberfläche sich abspielenden Vorgänge und zuletzt der Kenntnis der geologischen Gegebenheiten des tieferen Untergrundes, besonders der petrographischen Zusammensetzung der vorkommenden Schichten und ihrer tektonischen Bauverhältnisse sowie der sich in der Tiefe abspielenden Prozesse.

Damit ist der Weg gegeben, dem die nachfolgende Darstellung zu folgen hat. Auszugehen ist von den sich an der Erdoberfläche darbietenden Erscheinungen, zu betrachten sind dann die hier erkennbar werdenden morphogenetischen Vorgänge, und zur letztlichen Deutung sind schließlich die geologischen Verhältnisse und Vorgänge der größeren Erdtiefe heranzuziehen.

Es liegt auf der Hand, daß Änderungen der Bodengestaltung sich dann auf die Vegetation besonders stark auswirken müssen, wenn sie sich in Bereichen mit relativ hohem Grundwasserstand abspielen. Bei solcher Sachlage bedeuten Höhenänderungen von wenigen Metern unter Umständen eine völlige Umgestaltung der Lebensbedingungen bestehender Pflanzengemeinschaften; kann dann ja aus trockner Heide leicht versumpftes Gelände oder gar ein See werden.

In der Tat trifft eine solche Sachlage für die Heilig-Meer-Zone zu, und so müssen sich die Geschehensabläufe in ihr auch in der Vegetationsgeschichte widerspiegeln, und diese wird dadurch neben den geologischen Bedingungen für das Verständnis der Zone von Bedeutung. Einen wertvollen Beitrag hierzu bedeutet die im Heft 2, 18. Jahrg. (1957) dieser Abhandlungen abgedruckte Arbeit von F.-G. SCHROEDER über die Vegetationsgeschichte des Großen Heiligen Meeres.

Ausgehend vom morphologischen und geologischen Tatsachenmaterial zunächst eine Gesamtübersicht der Erscheinungen zu geben und eine Deutung zu versuchen, ist Zweck der hier zunächst folgenden Darstellung.

II. Die Senken als morphologische Besonderheiten der Heilig-Meer-Zone

Wie einleitend gesagt wurde, geben morphologische Hohlformen, Senken und wannenförmige Vertiefungen der Heilig-Meer-Zone das Gepräge. Bei Übersichtsbegehungen und Kartenaufnahmen in den Jahren 1949 und 1950 konnten ihrer insgesamt 61 festgestellt werden. In der nachfolgenden Liste sind sie gemäß ihrer Anordnung von Nordosten gegen Südwesten nacheinander aufgeführt und kurz charakterisiert.

a) Verzeichnis der einzelnen Senkenformen

1. Große, flache Niederung, 1900 m lang und 500 bis 1100 m breit, vom Kleinen Heiligen Meer gegen Osten und Südosten sich weit ausdehnend, westwärts zum Großen Heiligen Meer sich fortsetzend. Darin südöstlich des Kleinen Heiligen Meeres zwei Sandinseln; sonst ist die Senke stark vertorft. Die Torfschicht (Flachmoortorf) konnte nahe der Mittelachse der Senke in Nähe des Großen Heiligen Meeres mit dem 2-m-Bohrer nicht durchteuft werden; sie nimmt aber gegen die Ränder im Süden und Norden ziemlich plötzlich ab. So ergaben 5 Bohrungen unmittelbar östlich des Großen Heiligen Meeres das in Abb. 1 dargestellte Profil. — Die Senke hat eine WSW-ONO-Erstreckung, biegt im Osten aber gegen SSO um.
2. Rundlicher See von 20—25 m Durchmesser mit kleiner freier Wasserfläche in der Mitte, innerhalb der vertorften Niederung 1 gelegen.
3. Kleines Heiliges Meer. Rundlicher See von ca. 140 m Durchmesser. Angeblich (POELMANN, 1934) 13 m tief.
4. Kleiner, ovaler See; Durchmesser 30—40 m.
5. Runde Senke, ehemals See, vor ca. 10 Jahren zugeschüttet.
6. Kleiner See von WNW-SSO-Erstreckung, ca. 15 m lang.
7. Rundlich-ovale trockene Senke mit ebenem Boden und durch deutliche Steilstufe gegen Umgebung abgesetzt; Durchmesser 120—130 m.
8. Versumpfte Senke, elliptisch mit NO-SW verlaufender Achse, 130 m lang, bis 80 m breit.
9. Großes Heiliges Meer. Genauere Darstellung weiter unten (vgl. Taf. 2 und Querschnittbild Abb. 3b).
10. Rundliche versumpfte Senke mit ca. 35 m Durchmesser unmittelbar neben dem Großen Heiligen Meer.
11. Kleine ovale Vertiefung; Durchmesser ca. 20—30 m; auf Meßtischblatt Hopsten verzeichnet.
12. und 13. Zwei eng nebeneinandergelegene, durch eine Schwelle nur unscharf abgetrennte Senken von je 50—70 m Durchmesser; heute mit Wiesenkultur.
14. Kleines (Durchmesser: 3 m), flach trichterförmiges Loch, im Herbst trocken.
15. Senke mit ebenem Boden, vermoort, in feuchter Jahreszeit flacher See, rundlich-oval;. Durchmesser: etwa 25 m; umgeben von deutlich abgesetzter Steilstufe. Innerhalb der Senke zwei kleine, kraterförmige Löcher.
16. Kleine, längliche Senke mit Torflager.
17. Fast kreisrunde, trichterförmige Vertiefung mit kleinem Krater in der Mitte. Durchmesser: ca. 25 m. Im Herbst fast austrocknend.

18. Ähnlich wie 17, doch größer; Durchmesser ca. 12 m, mit kleinem See in der Mitte und steilem Rand.

19. und 20. Kleine, langovale, versumpfte und vermoorte Senken beiderseits parallel einem Graben.

21. Auf dem Meßtischblatt Hopsten im Isohypsenverlauf sich abzeichnende rundliche Senke von ca. 30 m Durchmesser.

22. Wie 21, doch größer: Durchmesser ca. 50—60 m.

23. Auf dem Meßtischblatt Hopsten verzeichnete rundliche Senke von etwa 60 m Durchmesser; heute eingeebnet.

24. Dgl., länglich, ca. 60 m lang, heute nicht mehr sichtbar.

25. Kleine Senkungen, von NW gegen SO in Richtung auf 24 verlaufend.

26. Kleiner, rundlicher, flacher Krater, mit etwa 3 m Durchmesser, wenige dm tief.

27. Rund-ovale Einsenkung, in NW-SO-Richtung etwas gestreckt, mit ca. 10 m Durchmesser, wenig tief, doch mit deutlicher Böschung.

28. Oval bis lang-dreieckig gestaltete, unregelmäßig umgrenzte Senke mit ebenem Boden und deutlicher, ca. $^3/_4$ m hoher Böschung; in nasser Jahreszeit flacher See. Längsachse in NW-SO-Richtung verlaufend; Länge ca. 75 m, Breite bis 45 m.

29. Schüsselförmiger, steiler Krater, kreuzförmig-rundlich, äußerer Durchmesser ca. 8 m, mit Wasserpfütze. Tiefe bis knapp 2 m. Stark vermoort-vertorft.

30. Trichterförmig, oval, nahezu kreisförmig; äußerer Durchmesser bis ca. 10 m. Wandungen steil; mit Wasser gefüllt. Tiefe in der Mitte beträchtlich, $>$ 2 m.

31. Fast kreisrunde, insgesamt 1 m tiefe Senke mit horizontalem Boden und deutlich abgesetzter, knapp 1 m hoher Böschung. Im Sommer—Frühherbst austrocknend. Äußerer Durchmesser ca. 50 m.

32. „Erdfallsee", insgesamt ca. 320 m lang, bis 150 m breit, bestehend aus einem unregelmäßig begrenzten flachen Westteil (32a) und einem steilen, rundlich-trichterförmigen Ostteil (32), dem eigentlichen, am 14. 4. 1913 entstandenen Erdfall (Taf. 3). Maximale Tiefe des Erdfalls 11,27 m; heutiger Durchmesser des Erdfalls bis 130 m; Querschnitt s. Abb. 3 a. Versumpfte Niederung in der Umgebung des westlichen flachen Seeteils.

33. Künstlich aufgefüllte (an Bodenfarbe erkennbar) rundliche Senke mit ursprünglich wohl 30 m Durchmesser. 1950 morphologisch nicht mehr hervortretend.

34. Rundliche Senkung von ca. 40 m Durchmesser mit kleinem, wassergefülltem Loch nahe der Mitte. Sonst durch künstliche Verfüllung eingeebnet und Umgrenzung innerhalb der Wiese nicht mehr deutlich.

Das Loch im Innern ist jüngere Einsenkung, soll vor wenigen Jahrzehnten noch nicht vorhanden gewesen sein.

35. Flache, ovale Senke (ca. 70 m lang, 50 m breit), ohne deutliche Randmarkierung. Keine Torfbildung.

36. Rundlicher Teich von ca. 40 m Durchmesser. Der Rand ist deutlich markiert.

37. Sumpfige Stelle von ovaler Gestalt mit ca. 30—40 m Durchmesser, in ganz flacher, trichterförmiger Vertiefung. Wohl künstlich verfüllt.

38. Rundliche, ganz flache Senke von 70—80 m Durchmesser, mit kleinem offenem Wasserloch; Rand der Senke wenig deutlich markiert.

39. Sehr flache, gegen die Umgebung kaum abgesetzte, lang-ovale Wanne mit feuchterem Boden. Ein auf dem Meßtischblatt noch verzeichneter Tümpel ist heute nicht mehr vorhanden. Länge ca. 120 m, Breite bis 60 m.

40. Kleine feuchte Senke ähnlich 39. Kein offenes Wasser, keine Torfbildungen. Länge ca. 30—40 m, Breite bis 20 m.

41. Größere (350 m lange, 200 m breite) ovale Verebnung; keine eigentliche Senke. Die Senken 39 und 40 liegen innerhalb davon, und zwar nahe dem Nordwestrand.

42. Ausgedehnte Verflachung mit Wiese und Feld, kurzoval, ca. 400 m lang, bis 350 m breit. Vielleicht durch künstliche Einebnung nivelliertes Senkungsgelände.

43. Am Rande von 42 fast kreisrunde, im Durchmesser ca. 60 m messende, sumpfige Senke, deutlich gegen die Umgebung, wenig deutlich gegen 42 abgesetzt.

44. Ovale, sumpfige Stelle in einer besonders gegen SW sich ausdehnenden, sehr ausgeglichenen, fast ebenen Landschaft.

45. In NO-SW-Richtung sich erstreckende, mit humosen Sanden, z. T. mit Torf gefüllte Senke entlang der Meerbecke, mit seitlicher Ausbuchtung (45a) gegen SO; nach NO sich bis zum Großen Heiligen Meer fortsetzend. Gesamtlänge ca. 1,5 km, Breite 100—250 m. Die Senke mündet nach SW in 46.

46. Fast kreisrunde Wiesensenke, Ursprungsgebiet der Meerbecke. Durchmesser: 350—400 m. Deutlich gegen Umgebung abgesetzt, außer gegen 45. Humusbildungen darin. Am Nordwestrand sehr junge Quereinsenkung (46a) mit schräg gestelltem Boden und frischer Abrutschkante, lang, schmal, schlauchförmig.

47. ∞-förmige, sehr flache Senke von 150 m Länge und bis 100 m Breite, durch Wiesenkultur überarbeitet; in nordwestlicher Fortsetzung der Quersenke 45a.

48. „Heideweiher“ (Taf. 4): Flacher Tümpel von 130 m Länge und 100 m Breite, umgeben von versumpftem und z. T. schwach vermoortem Gelände; Rand wenig deutlich markiert. Starke Wasserschwankungen.

49. Vermoorte längliche Senke mit SW-NO-Erstreckung, ca. 100 m lang, bis 25 m breit.

50. Stark verschilfter und verlandeter rundlicher Teich von ca. 35 m Durchmesser.

51. Rundliche (Durchmesser: ca. 30 m) Senke, nur schwach von Umgebung abgesetzt.

52. Sehr flache Senke mit kaum markierten Rändern, fast kreisförmig, mit ca. 130 m großem Durchmesser.

53. Kleines, kreisrundes, trichterförmiges Loch von ca. 3 m Durchmesser, verwachsen, unten sumpfig.

54. Oval gestaltete Verflachung mit WSW-ONO verlaufender Achse, ca. 120 m lang, 60 m breit.

55. Flache Senke von WSW-ONO-Erstreckung, ca. 180 lang, bis 50 m breit, mit deutlich markiertem Rand, anmoorig bis vertorft, im Sommer ganz austrocknend, sonst im Südwestteil flache Wasserpfütze.

56. SW-NO gestreckter Sumpf und vertorfte Senke, nach SW in stark verschilften, annähernd kreisrunden See (56a) übergehend. Gesamtlänge 300 m, Breite bis 150 m, Durchmesser des Sees: 100—120 m.

57. („Herta-See“) und 57a. Ursprünglich einheitliche, jetzt durch Damm künstlich aufgeteilte Senke, in den südwestlichen zwei Dritteln mit Wasser gefüllt („Herta-See“), im nordöstlichen Drittel sumpfig. Der See ist durch Grundwasserhaltung und Wasserzuführung künstlich erzeugt. Das ursprüngliche natürliche Bild war eine von einem Wall umschlossene Senke.

58. Kleines (ca. 10—15 m im Durchmesser) sumpfiges Loch.

59. Sehr flache, in Wiese kaum noch abgegrenzte (künstliche Einebnung) Senke mit feuchtem Boden, ca. 80 m lang, 50 m breit. Anscheinend vertorft und künstlich übersandet.

60. Großer (180 m lang, 100 breit), sehr flacher, gegen Umgebung nicht deutlich abgegrenzter Bezirk mit vernäßten Wiesen; in nasser Jahreszeit unter Wasser, im Frühherbst trocken; anmoorig bis vertorft.

61. „Uffler Moor“. Völlig in Kultur genommene, sehr flache Senke ohne markante Ränder. Nach Meßtischblatt Hopsten ca. 1200 m lang, bis 600 m breit, oval, mit Achsenrichtung SW-NO.

Diese Liste erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Kleinere Senken mögen übersehen worden sein. Hinzu kommt, daß viele Hohlformen, besonders wenig große Trichter, bei Kultivierungsarbeiten in Feld-

und Wiesenbereichen bereits eingeebnet sind. Verschiedene solche Fälle konnten sicher festgestellt werden. Torfflächen sind künstlich übersandet worden, wobei der Boden aufgehöht und die Randstufen abgetragen wurden.

Hinzu kämen auch solche „fossilen" Senken, die heute morphologisch nicht mehr in Erscheinung treten, weil sie mit Sedimenten angefüllt sind, vor allem mit Torflagern, die weiter mit Flugsand überdeckt und damit unkenntlich geworden sind. Einige solche Fälle konnten durch Handbohrungen festgestellt werden, viele harren aber sicher noch der Entdeckung.

Außer den in der obigen Liste aufgenommenen Fällen, bei denen es sich durchweg um natürlich entstandene, wenn auch teilweise künstlich veränderte Hohlformen handelt, kommen in dem Gebiet kreisrunde, schrägwandige Kratertrichter vor, die teils völlig trocken sind, teils im Innern kleine Wasseransammlungen zeigen; sie sind von einer ringwallartigen Erhebung umschlossen. Bei ihnen handelt es sich um Bombentrichter aus dem letzten Weltkrieg. Wenn später einmal die Randwälle verwischt sind, mögen sie zu Verwechselungen mit echten Einsenkungstrichtern Anlaß geben. Ihre kartographische Registrierung wäre daher wohl zweckmäßig. Einige sind auf der Übersichtskarte der Heilig-Meer-Zone (Taf. 1) als schwarze Punkte verzeichnet.

b) Klassifizierung und Typisierung der Senkungsformen

Die oben aufgeführten 61 Hohlformen sind sehr unterschiedlich hinsichtlich Größe, Umrißgestaltung, Tiefe, Erscheinungsweise usw. So variiert die Größe von wenigen Metern bis fast zwei Kilometern Durchmesser bzw. Länge. Der Umriß kann kreisrund, oval, elliptisch, länglich und unregelmäßig rundlich, selbst — so bei der Meerbecken-Niederung (Nr. 45) — gelappt und im Verlauf gewunden sein. Die Tiefe variiert zwischen wenigen Dezimetern und über 10 m; sie ist am größten im Erdfallsee (1949 größte gemessene Tiefe: 11,27 m) und Großen Heiligen Meer (1949: 10,35 m)[1].

Die Gestalt wechselt zwischen ganz flachen Senken mit verschwimmenden Grenzen und steilwandigen Trichtern mit scharfen Abbruchrändern. Die Erscheinungsweise entspricht Dauerseen mit kaum schwankendem Wasservolumen oder Seen, die wohl perennieren, aber hinsichtlich des Wasserstandes und Umfangs im Jahresablauf stark schwanken, oder Seen, die zeitweilig ganz austrocknen, oder Wasserpfützen, die nur in der nassen Jahreszeit existieren, oder lediglich sumpfig-nassen Stellen oder

---

[1] KRIEGSMANN (1938) lotete am 2. 6. 1935 als größte Tiefe 10,50 m. Den gleichen Wert fand auch PÄLTZ (bei KRIEGSMANN, S. 15), während die von GRAEBNER (1930) und KEMPER (1930) angegebenen Tiefen von 15 m oder 15,4 m offenbar unrichtig sind.

feuchten Niederungen oder trockenen Vertiefungen. Die Anreicherung von Humusstoffen kann den verschiedensten Umfang angenommen haben. Humose Sande, anmoorige Böden, echte Moorböden bis zu mächtigen Torflagern sind entwickelt. Auf den Abbruchwänden des Erdfalles vom 14. 4. 1913 war eine bis über 5 m tiefe trichterförmige Hohlform völlig mit Torfmasse ausgefüllt.

Bei dieser Vielgestaltigkeit erscheint eine Typisierung gekünstelt; aber sie muß doch versucht werden. Dabei könnte man zunächst zwischen I.) ursprünglichen Hohlformen und II.) durch Menschenhand veränderten Hohlformen unterscheiden. Eine weitere Gliederung der zweiten Gruppe interessiert nicht. Die erstere möchte ich weiter unterteilen in A.) Flachsenken mit fast unmerklichen Übergängen in die Umgebung (vgl. Abb. 1)

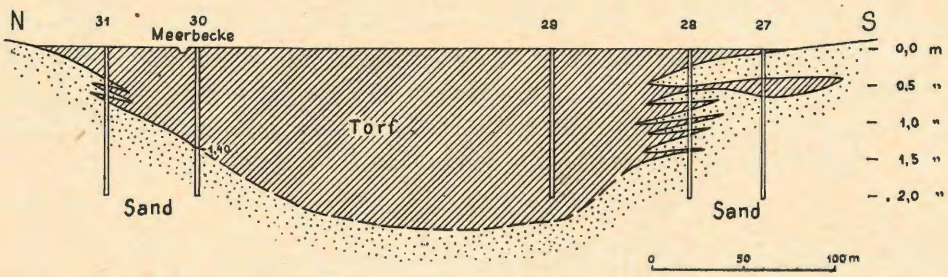


Abb. 1. Querprofil durch die Meerbecke-Niederung unmittelbar nordöstlich des Großen Heiligen Meeres. — 27—31: Bohrungen. Stark überhöht. Maßstab horizontal 1 : 4 000, vertikal 1 : 100.

und B.) Hohlformen mit scharf markierten Rändern (steileren Böschungen etc.). Die Vertreter der Untergruppe B haben fast durchweg kreisähnliche oder rundlich-ovale, nur ausnahmsweise auch länger gestreckte Umrisse. Bei denjenigen der Untergruppe A sind dagegen die Umrisse mannigfach und oft unregelmäßig zerlappt, seltener mehr rundlich. Zu ihnen gehören auch die ausgedehnten Niederungen des Meerbeckelaufs. Weitere Typen ergeben sich aus verschiedener Größe, Tiefe, Auffüllung mit Sediment, besonders Humus.

So kommt man zu folgender Klassifizierung (vgl. auch Abb. 2):

I. Ursprüngliche (rein natürliche) Hohlformen

A. Flachsenken ohne scharfe Ränder

Typ 1: Kleine trockene Senken (der Boden in den Senken liegt über dem Saugsaum des Grundwassers); keine Humusbildung. Beispiele: 35 (z. T.), 41, 42, 47 (z. T.), 54.

Typ 2: Feuchte Senken (der Boden reicht in den Saugsaum des Grundwassers); schwächere Humusbildung. Beispiele: 35 (z. T.), 38, 39, 40, 58.

Typ 3: Nasse, zeitweilig überflutete Senken (das Grundwasser tritt in ihnen wenigstens zeitweilig zutage). Beispiele: 44, 56 (z. T.), 57, 60 (z. T.).

Typ 4: Senken mit dauernder flacher Wasserfüllung. Beispiele: 6, 9 (z. T.), 19 u. 20 (z. T.), 32a, 48.

Typ 5: Weitgehend vertorfte Senken. Beispiele: 1, 8, 10, 16, 19 u. 20 (z. T.), 45, 47 (z. T.), 49, 60 (z. T.), 61 (ursprünglich).

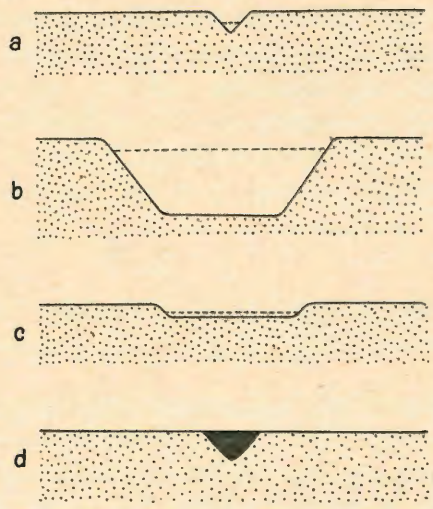


Abb. 2. Haupttypen der Bodensenken (Gruppe B) in der Heilig-Meer-Zone, schematisch. — a: Tütenform; b: Schüsselform; c: Tellerform; d: mit jungem Sediment aufgefüllter Trichter

B. Steiler geböschte Hohlformen mit scharf markierten Rändern

Typ 6: Tütenformen mit steilen, unten zusammenlaufenden Wänden, entweder trocken oder mit nur kleinen Wasserlöchern. Durchmesser nur wenige Meter (Abb. 2a). — Beispiele: 2, 4, 11, 14, 17, 18, 26, 29, 30, 34 (z. T.), 36, 50, 53, 56a.

Typ 7: Schüsselformen: tiefere, größere, wassergefüllte Hohlformen mit ziemlich steilen Wänden und flachem Boden in der Mitte (Abb. 2b). — Beispiele: 3, 9 (z. T.), 32.

Typ 8: Tellerformen: Flache Senken mit wenig hohen (selten über 1 m) Randböschungen und ausgedehntem flachem Boden in der Mitte (Abb. 2c). — Beispiele: 7, 12 u. 13, 15, 27, 28, 31, 37, 43, 46, 51, 52, 55.

Typ 9: Gefüllte Trichter: Völlig mit Sediment, besonders mit Torf, gefüllte Trichterformen. Die Ränder markieren sich kaum noch morphologisch, wohl aber durch Vegetation und Bodenzusammensetzung (Abb. 2d). — Beispiele: Bei 32 (heute verschwunden), 46 (z. T.).

II. Durch künstliche Eingriffe mehr oder weniger modifizierte (bis völlig eingeebnete) Hohlformen

Beispiele: 5, 21—25, 33, 34 (z. T.), 59, 61 (z. T.).

Wie gesagt, ist diese Systematik etwas künstlich, da mancherlei Zwischen- und Übergangsbildungen bestehen, z. B. zwischen Teller- und Schüsselformen; so ließen sich tiefere und flachere Teller, höhere und niedrigere Schüsseln u. a. unterscheiden. Auch können Elemente verschiedenen Typus ineinandergeschachtelt sein. Das ist z. B. beim Großen Heiligen Meer und beim Erdfallsee der Fall, wo eine Hohlform vom Typus 7 innerhalb einer solchen vom Typus 4 liegt. Das Beispiel Nr. 2 stellt eine Hohlform vom Typus 6 innerhalb einer Senke vom Typus 5 dar. Bei Beispiel 56 geht eine Senke vom Typ 3 in einen See vom Typ 6 über.

III. Die geologischen Verhältnisse der oberflächennahen Bereiche der Heilig-Meer-Zone

Im gesamten Bereich der Heilig-Meer-Zone treten nur Schichten des Quartärs zutage, und alle Erdfälle und Bodensenken liegen bis zu ihren Gesamttiefen, also bis rd. 12 m, in ihnen. Dabei handelt es sich ausschließlich um Lockerablagerungen, und zwar um solche des Holozäns (Alluviums), weithin um solche des Pleistozäns (Diluviums).

Das im allgemeinen nur wenige Meter mächtige Holozän tritt in zwei sehr unterschiedlichen Ablagerungstypen auf. In den Senken zeichnet es sich durch mehr oder weniger hohen Humusgehalt aus; hierher gehören einmal die humosen Sande und anmoorigen Böden der Bachauen, die Schwemmsande an den Ufern der Seen und in ihnen, besonders aber — mengenmäßig überwiegend — Torflager, so im Tal der Meerbecke, im Uffler Moor und anderswo. Den zweiten Typus stellen Flugsande dar, die sich weithin als dünne Decke besonders über die trockenen Bereiche außerhalb der Senken ausbreiten, gelegentlich aber auch regelrechte Dünen aufbauen.

Die das Unterlager des Alluviums bildenden Ablagerungen des Pleistozäns bestehen ganz vorwiegend aus ziemlich feinkörnigen und gleichförmigen, meist nicht deutlich geschichteten Quarzsanden. Lagenweise werden sie mittel- oder — besonders in der Nähe der Erdoberfläche —

auch gröberkörnig. Dann pflegt die Schichtung auch deutlicher zu werden; sie erweist sich als annähernd horizontal mit gelegentlichen Andeutungen von Kreuzschichtung. An den Steilwänden des Erdfalls von 1913 waren seinerzeit die Ablagerungen bis in über 10 m Tiefe gut aufgeschlossen. Sie wurden nach unten feiner und enthielten nach WEGNER (1913) drei dünne Torflager. Zuletzt gingen sie in tonige Bildungen (O. TIETZE, 1913, S. 649) bzw. tonige Sande (WEGNER, 1913) über, worunter, bei etwa 7,5 m unter Gelände, Schwimmsande lagen.

Die Sande nehmen die morphologisch recht ausgeglichenen Flächen zwischen den alluvialen Senken ein. Sie sind als „Talsande" („Emstalsande") im wesentlichen Ablagerungen fließenden Wassers. Ihre Mächtigkeit ist beträchtlich (> 30 m[1]), und so erstreckt sich ihre Bildung offenbar über eine längere Zeitspanne (vgl. BEYENBURG, 1933). Die unteren Partien dürften noch in die Zeit kurz nach Abschluß der Saale-Vereisung entfallen, während die höchsten jüngstdiluvial-postglazial sein dürften. Jedenfalls wurde bei Quakenbrück in entsprechenden Bildungen in 34 m Tiefe ein Torflager mit hocharktischer Flora (O. TIETZE, 1912) gefunden, während Torfbildungen im höchsten Teil eine Flora gemäßigten Klimas aufweisen.

IV. Die Vorgänge an der Erdoberfläche bei der Entstehung der Senken

Es erhebt sich nun die Frage, wodurch die in Abschnitt II geschilderte Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen bedingt sei. An den Ablagerungen, in die die Hohlformen eingesenkt sind, kann es nicht liegen; denn diese bestehen, wie gezeigt, überall aus dem gleichen Material: den quartären Lockerablagerungen, besonders den pleistozänen Talsanden. In Betracht kommen vielmehr in der Hauptsache Unterschiede im Ablauf der Senkungsvorgänge selbst. Diese seien daher zunächst genauer betrachtet, wobei — dem aktualistischen Prinzip gemäß — von tatsächlich beobachteten Geschehnissen dieser Art ausgegangen sei.

a) Der Erdfall am 14. April 1913

Wir sind in der glücklichen Lage, die Vorgänge bei der Entstehung einer der Hohlformen der Heilig-Meer-Zone, nämlich des tiefen Teils des

---

[1] Nach refraktions-seismischen Untersuchungen (Geol. Landesamt, 1946) soll die Basis der Lockerablagerungen (Quartär + ? Tertiär) innerhalb eines schmalen Streifens, der die Heilig-Meer-Zone und das Gebiet unmittelbar südöstlich von ihr umfaßt, tiefer als 100 m unter Gelände liegen. Es ist aber durchaus möglich, daß in diesem seismisch wie Quartär reagierenden „Horizont" auch Auslaugungsresiduen und Einsturzbrekzien des tieferen Untergrundes eingeschlossen sind.

Erdfallsees (Nr. 32), einer Hohlform vom Typus 7, genau übersehen zu können, da dieser sich erst vor wenigen Jahrzehnten bildete und authentische Berichte aus berufener Hand (TH. WEGNER, O. TIETZE) darüber vorliegen[1]. So schreibt O. TIETZE (1913, S. 648): „Am 14. April 1913, zwischen 6 und 7 Uhr nachmittags, brach wenige hundert Meter westlich der Wirtschaft zum „Heiligen Meer" an der Chaussee von Ibbenbüren nach Hopsten der Boden der Heide auf einer etwa kreisförmigen Fläche von etwas über 100 m Durchmesser ein, und zwar derart, daß eine oben fast zylindrische, unten mehr konisch-trichterförmige Einsenkung von über 10 m Tiefe entstand, die zunächst fast vollkommen trocken war, und auf deren Grund die Birken und Kusselkiefern, mit denen die Heide in jener Gegend dürftig bestanden ist, aufrecht in die Höhe ragten. Um 6 Uhr war ein Bewohner jener Gegend noch über die Stelle gegangen, ohne daß ihm etwas aufgefallen wäre. Und um 7 Uhr traten an mehreren Punkten der Erdoberfläche in der Nähe des Erdfalls Wasser aus, eine Erscheinung, die bald wieder verschwand, aus der man aber, da sie bei der hohen Elastizität des Wassers unmittelbar auf den Einbruch der Erdmassen gefolgt sein muß, den Schluß ziehen kann, daß ein längerer Zeitraum kaum zwischen den beiden Ereignissen verstrichen sein dürfte. Von einem Geräusch oder einer besonders fühlbaren Erschütterung, die den Vorgang begleitet hätten, ist offenbar nichts bemerkt worden. Wenigstens ist den in nächster Nähe des Erdfalls angesessenen Bewohnern des Wirtshauses zum „Heiligen Meer" nichts aufgefallen."

Über die hier erwähnten Wasseraustritte hat TH. WEGNER Näheres berichtet. Er stellte bei einem Besuch des Gebietes zwei Tage nach dem Einbruch folgendes fest: Gegen 7 Uhr nachmittags trat Wasser östlich von dem Hause des Ackerers H. MOOS an zahlreichen Stellen aus dem Boden; das gleiche geschah zur selben Zeit in der nächsten Umgebung des Gehöftes WULF und südlich von HESPELING. In den Brunnen der drei Gehöfte soll zusammen damit der Wasserspiegel gestiegen und in einem Fall das Wasser auch mit Schaum bedeckt gewesen sein. Ein Knabe, der sich mit einem Kahne auf dem Kleinen Heiligen Meere befand, beobachtete ein Aufwallen des Wassers in diesem See um die gleiche Stunde.

Die Wasseraustrittstellen, die in Abb. 7 verzeichnet sind, verteilen sich auf einen schmalen Streifen entlang dem Nordwestrande der Heilig-Meer-Zone. Die Erscheinungen können nur dadurch erklärt werden, daß durch den Einsturz der Erdmassen des Erdfalles plötzlich Wasser ver-

---

[1] Wie sehr der Sachverhalt inzwischen durch Legendenbildung verdunkelt worden ist, zeigt der unsachliche und offenbar völlig entstellte „Erlebnisbericht" von C. HECK, der 1949 im 1. Beiheft zu „Natur und Heimat" abgedruckt ist. Er ist — abgesehen von den Bildern — nicht als natur-historische Quelle zu werten.

drängt wurde, das dort zutage kam, wo der Boden besonders wegsam war. Es ist also zu schließen, daß zwischen dem Erdfall, dem Kleinen Heiligen Meer und den Wasseraustrittstellen eine unterirdische hydraulische Verbindung in Form eines Systems wassergefüllter Hohlräume bestand. Durch den Einsturz eines derselben wurden die übrigen Vorgänge ausgelöst. Der Einsturz muß, um solche Effekte nach sich zu ziehen, sehr plötzlich, und zwar gegen 7 Uhr abends, erfolgt sein.

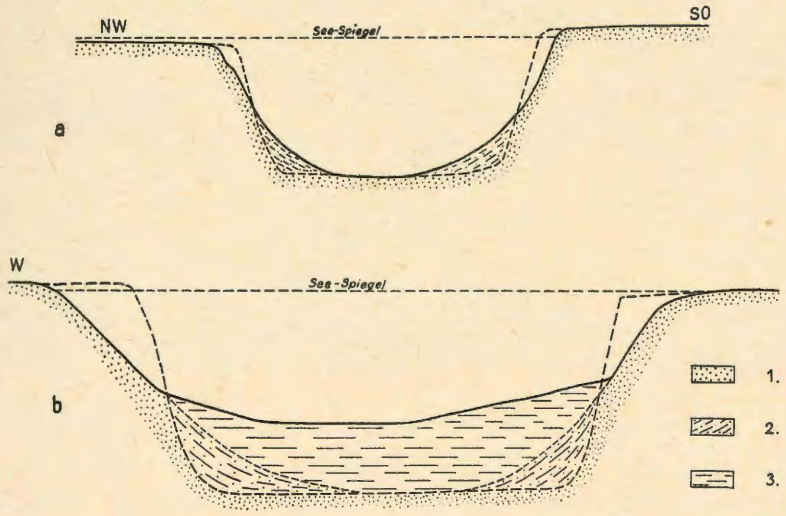


Abb. 3. Querschnitte durch a) Einbruch des Erdfallsees und b) Großes Heiliges Meer. Maßstab horizontal: 1 : 2 400, vertikal: 1 : 600. — Starke, durchgezogene Linie: heutige Bodenoberfläche; starke, unterbrochene Linie: rekonstruierte Bodenoberfläche unmittelbar nach dem Einbruch. — 1: Ablagerungen aus der Zeit vor dem Einbruch (vorwiegend Talsande). 2 und 3: Junge Ablagerungen innerhalb der Einbruchtrichter; dabei 2: Abrutsch- und Abschwemmassen der Böschungen, 3: Schlamm- und Torfbildungen auf dem Boden des Großen Heiligen Meeres.

Die durch den Einbruch entstandene, fast kreisrunde Vertiefung (Abb. 3a) war zunächst fast trocken. Sie füllte sich aber schnell mit Wasser an. Einmal geschah das durch Grundwasser, das aus den die Wände des Einsturztrichters bildenden Sanden hervorsickerte. Diese rutschten dabei zum Teil ab oder schoben sich in Form von Schwemmkegeln in den Erdfall vor. Dadurch schrägten sich die Wände des Trichters unten ab, während sie oben, wo der Sand infolge des raschen Absinkens des Grundwassers trocken wurde, zunächst fast senkrecht blieben.

Außerdem aber geschah die Auffüllung des Trichters durch einströmendes Oberflächenwasser. Nordwestlich des Einbruchs befand sich nämlich ein flacher Tümpel, und aus diesem floß Wasser in den Erdfall hinein. Dieses furchte dabei offenbar die auf der von TIETZE veröffentlichten

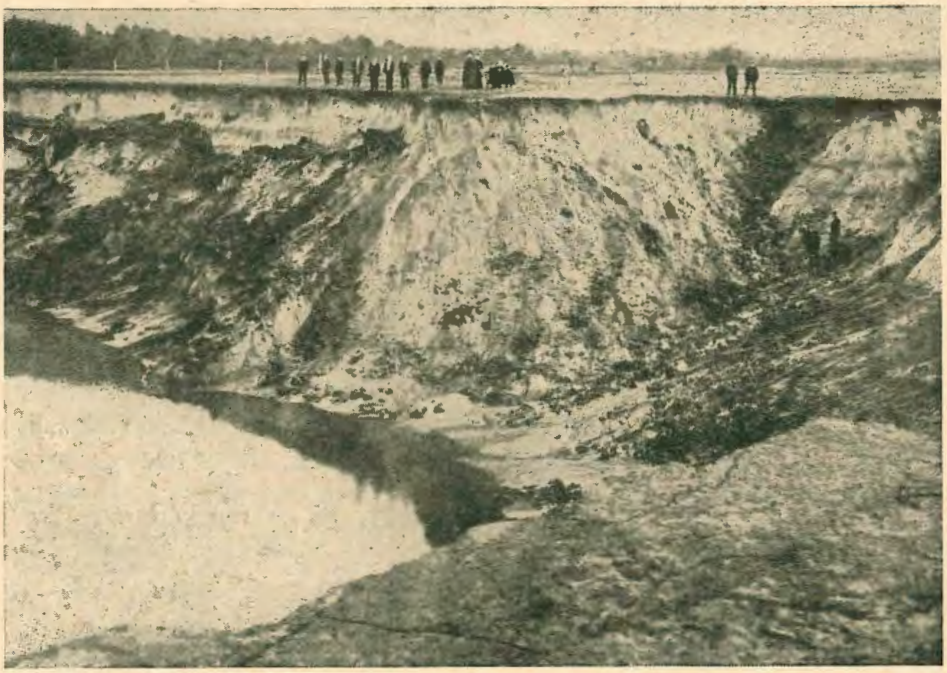


Abb. 4. Südwestseite des Erdfalls vom 14. April 1913. Blick von NO gegen SW. — Rechts ist die durch den Einstrom von Wasser aus dem flachen Weiher (rechts hinten) gebildete Erosionsrinne deutlich sichtbar. — Nach O. TIETZE, 1914.

Photographie (Abb. 4) rechts hinten deutlich erkennbare Erosionsrinne aus. Später wurde dieser Einschnitt künstlich bis zu dem verbliebenen Rest des Tümpels verlängert, um das hierin noch vorhandene Wasser in den Erdfall abzuleiten. Als TIETZE den Erdfall besuchte, war der Einsturztrichter bereits bis 4 oder 5,5 m unter Tagesoberfläche mit Wasser angefüllt. Bald stand dieses nahe unter der Oberkante.

b) Die Vorgeschichte des Erdfallsees

Als am 14. April 1913 der große Erdfall geschah, gab es in seinem engeren und weiteren Bereich bereits Senkungsformen. So bestand nach O. TIETZEs Mitteilung innerhalb des damals einbrechenden Bereichs bereits eine tellerförmige Senke offenbar vom Typus 8, und unmittelbar auf dem Rande des Erdfalls lag ein torfgefüllter Trichter vom Typus 9. Außerdem schloß sich gegen Nordwesten eine dem jetzigen Heideweiher ähnliche, flache, von seichtem Wasser bedeckte bzw. versumpfte und vermoorte Bodensenke vom Typus 4 an. Der heutige Erdfall-See umschließt und überdeckt diese drei älteren Senken und den Erdfall von 1913.

Zweifellos ist dieses Zusammentreffen kein zufälliges; denn eine entsprechende Verkoppelung verschiedener Senkenformen treffen wir auch

beim Großen und Kleinen Heiligen Meer und auch im südwestlichen Teil der Heilig-Meer-Zone an. Der Erdfall von 1913 hatte also bereits eine Vorgeschichte, und die drei präexistierenden Senkungen sind Zeugen und Ergebnisse dieser Vorgeschichte. Die verschiedenen Ereignisse sind offenbar durch gleiche Ursachen miteinander verknüpft, die sich in den Hohlformen manifestierenden Senkungsvorgänge müssen als verschiedene Stadien des gleichen Grundvorganges angesehen werden.

Zwei dieser älteren Senkungsformen haben mit dem Erdfall von 1913 den Grundtypus gemeinsam: alle drei sind dolinenhafte Hohlformen mit scharf markierten Abrißnarben als Rändern. Alle drei sind deshalb auf prinzipiell gleiche plötzliche Einbrüche zurückzuführen wie der Einsturz vom 14. 4. 1913. Sicher ist dabei der torfgefüllte Trichter vom Typus 9 der älteste Einbruch, der Teller vom Typus 8 der nächstjüngere. Mit der insgesamt dreimaligen Wiederholung des Einsturzvorgangs vergrößerte sich das Phänomen; der erste Einsturz war der kleinste (Durchm. ca. 15—20 m), der zweite dürfte schon größer gewesen sein[1], derjenige von 1913 war der größte (110—115 m ⌀ nach POELMANN). Das Einbruchszentrum wanderte vom ersten zum zweiten Erdfall etwas, blieb dann aber am gleichen Platz. Dem Haupteinbruch gingen also Vorboten bereits seit wohl dem frühen Alluvium voraus.

Daneben bestand die flache, mehr oder weniger wassergefüllte Senke vom Typus 4. Hierbei kann es sich nicht um einen plötzlichen Einbruch handeln, denn es fehlen scharf markierte Ränder, wie sie bei solcher Entstehung zu erwarten wären. Es kann aber auch keine Erosionsform vorliegen; denn dafür fehlt das Gefälle und ein entsprechendes Abflußsystem (die heutige Verbindung zwischen Erdfallsee und Heiligem Meer ist künstlich). Die Senke kann auch nicht durch sedimentäre Unterernährung in der Ablagerungszeit der Talsande entstanden sein; dann wäre sie längst mit Humusbildungen aufgefüllt. Auch Windausblasung kann sie nicht hervorgerufen haben, denn die Formen sind dem nicht gemäß, und dem Minus der Hohlform steht auch nicht das entsprechende Plus eines Dünenfeldes entgegen. Es bleibt daher kaum eine andere Erklärung als die, daß die Vertiefung auf eine aktive Bodensenkung zurückgeht, die sich bis in die jüngste Zeit fortsetzte.

Als Gesamterscheinung ergibt sich damit, daß im Erdfallsee-Bereich zweierlei Vorgänge bereits vor dem plötzlichen Einbruch vom 14. 4. 1913 im Gang waren, nämlich einmal eine andauernde langsame und sanfte Bodensenkung, die die flache, seitlich verschwimmende, unscharf begrenze Gesamtsenke schuf, und außerdem kurzfristige und plötzliche Einbrüche in stufenförmig zunehmendem Umfang.

---

[1] Er lag nach TIETZE genau an der Stelle des Einbruchtrichters von 1913.

c) Spätere Änderungen im Erdfallsee-Gebiet

Im Jahre 1949 führte ich zusammen mit meinem Sohn WEND. LOTZE eine morphologische Vermessung des Erdfallsee-Gebietes und eine Tiefenvermessung des Erdfalls durch. Das Ergebnis ist in Tafel 3 dargestellt.

Wenn man das gewonnene Bild mit den Beschreibungen von TH. WEGNER und von O. TIETZE und den Abbildungen bei diesen Autoren sowie bei POELMANN und C. HECK vergleicht, ergeben sich einmal weitgehende Übereinstimmungen. O. TIETZE gibt die Tiefe des Einbruchs mit „über 10 m" unter dem umgebenden Gelände an. Die größte Tiefe des Erdfallsees wurde 1949 mit 11,27 m ermittelt. Rechnet man die über den Seespiegel aufragende Böschung hinzu, so beträgt die Einbruchtiefe unter Gelände gegen 12 m. Deutlich ist auch noch der seitliche Ausläufer im Westen, die durch einfließendes Oberflächenwasser ausgefurchte Rille, zu erkennen.

Daneben aber zeigen sich einige beachtliche Unterschiede. Der Umriß ist einmal größer, nämlich 130—170 m, und zweitens nicht mehr so gleichförmig rund, wie das nach der Darstellung bei O. TIETZE ursprünglich der Fall war. Deutlich zeigen sich einige halbkreisförmige Seitenbuchten, besonders je eine größere im Nordnordosten und im Südosten und weitere kleine im Norden. Der Umriß ist dadurch gerundet-quadratisch geworden. Im Bereich der Buchten ist die Böschungsneigung vermindert, und nur an ziemlich kurzen Abschnitten im Süden, Osten und stellenweise im Norden ist die steilere Böschungsform fast noch vorhanden, wie sie die Bilder bei O. TIETZE erkennen lassen.

In Abb. 5 ist versucht worden, auf Grund dieser Verhältnisse das topographische Bild zu rekonstruieren, wie es unmittelbar nach dem Einbruch bestand. Daraus ergibt sich deutlich die Erweiterung des Erdfalltrichters in der Zeit nach 1913 vor allem gegen Nordnordosten und Südosten. Die Erweiterungen geschahen offenbar durch Böschungsabrutschungen und Wandeinstürze. Im Nordosten lag gerade im Rand des Dolineneinbruchs der torfgefüllte Trichter (Typ 9), den TIETZE abbildete und von dem oben mehrfach die Rede war. Offenbar ist die ganze Torffüllung dieses Trichters im Laufe der Zeit gegen das Zentrum des Erdfalles abgewandert. Aus der Gestalt der gebildeten Abrißnische lassen sich für den oberen Durchmesser dieses Torftrichters 15—20 m, für seine Tiefe etwa 7 m ableiten. Im übrigen werden an den Böschungsrutschungen vor allem feinere, wasserdurchtränkte „Schwimmsande" beteiligt gewesen sein.

Der Erdfall reicht nur im Süden und Südosten mit steileren Böschungen unmittelbar bis an die Geländeoberkante; im Norden und Nordosten liegt die ehemalige Abrißnarbe dagegen unter flacher Wasserbedeckung; d. h. der Erdfall-See reicht hier über den Erdfall hinaus. Nach den Angaben und Bildern bei TIETZE scheint hier aber vor der Entstehung des Erd-

falls kein Wasser gestanden zu haben; das Erdfall-Loch war hier offenbar von trockenem Boden umgeben. Anscheinend hat sich also der See nach Norden und Nordosten über den Außenrand der Einsturzdoline hinaus erweitert. Zum Teil mag das auf die erodierende Wirkung der Seewellen zurückgehen, die bei vorwiegenden Südwestwinden sich besonders am Nordostufer auswirkten. Streckenweise ist hier auch eine kleine Erosions-

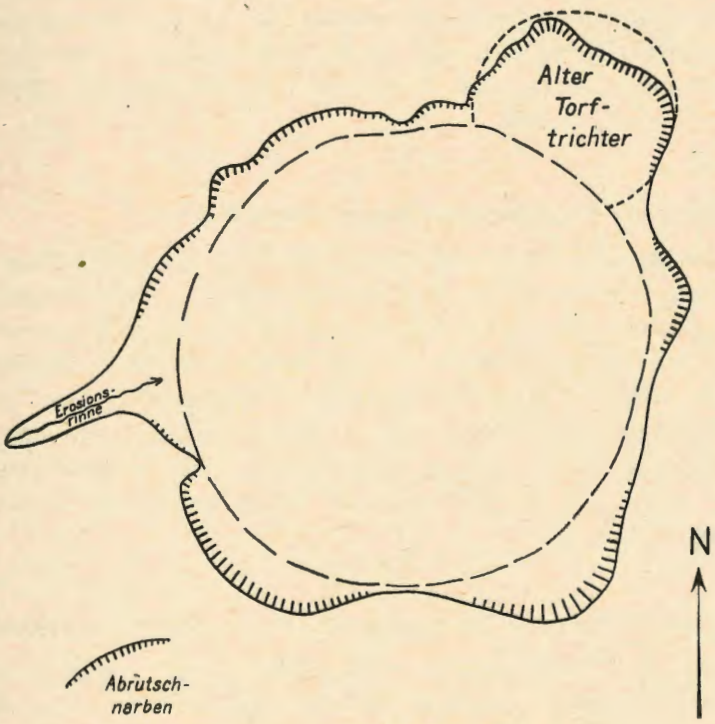


Abb. 5. Heutige Begrenzung des Erdfalles (durchgezogene Linie) und rekonstruierter ursprünglicher Umriß am 14. 4. 1913 (unterbrochene Linie). Maßstab ca. 1 : 2 000. — Deutliche Narben nachträglicher Böschungsrutschungen sind durch Kamm-Signaturen gekennzeichnet. Der ungefähre Umriß eines alten torfgefüllten Einbruchtrichters im Nordosten ist besonders eingetragen.

„kante" und eine vorgelagerte schmale „Küstenterrasse" erkennbar, aber der Erosionseffekt dürfte alles in allem doch recht gering sein. Zweifellos kann so nicht der breite, sumpfige und stark bewachsene, entsprechend den Schwankungen des Grundwasserstandes zeitweilig überflutete, zeitweilig trockene Uferstreifen nördlich des Erdfallsees (Taf. 3) erklärt werden. Man gewinnt den Eindruck, daß hier der Grundwasserstand heute höher ist als vor der Zeit des Einbruchs. Auch andere Anzeichen weise auf eine solche relative Anhebung des Grundwasserspiegels in der Umgebung des Erdfalles hin. So ist der Weiher nordwestlich des Erdfalls heute offenbar aus-

gedehnter und tiefer als früher[1]. Bei einer solchen Grundwassererhöhung kann es sich nicht um einen echten Anstieg (gegen NN) handeln — die „normale" Erscheinung in den letzten Jahrzehnten ist ja im Gegenteil ein Grundwasserschwund —, vielmehr findet das Phänomen seine einfachste Erklärung durch Annahme eines Fortgangs der allmählichen Bodensenkung, in deren Verlauf diese Randzonen des Erdfalls unter den Grundwasserspiegel absanken. Das würde es auch erklären, daß die Tiefe des Erdfalles sich gegenüber den Angaben von 1913 nicht vermindert, sondern eher vergrößert hat, obgleich doch bei den geschilderten Wandabrutschungen beträchtliche Sand- und Torfmassen in den Erdfall verschlämmt wurden.

d) Gesamtvorgang der Bodensenkungen am Erdfallsee

In zusammengeraffter Form ergibt sich folgende Vorstellung von den Bodensenkungs-Erscheinungen im Erdfallsee-Gebiet: Seit langer Zeit im Gang befindliche und sich bis heute noch fortsetzende langsame Bodensenkungen wurden mindestens dreimal durch plötzliche „Erdeinstürze" unterbrochen. Diese wurden zunehmend umfangreicher. Auch nach dem letzten großen Einbruch, demjenigen vom 14. 4. 1913, setzte sich die allmähliche Bodensenkung fort, ja, sie verstärkte sich — wenigstens zeitweilig — noch und führte zu einer Ausweitung der Wasser- und Sumpffläche.

e) Schlüsse hinsichtlich der Entstehung des Großen Heiligen Meeres

Zwischen dem Erdfallsee und dem Großen Heiligen Meer bestehen weitgehende Analogien. Auch hier handelt es sich um eine schüsselförmige Vertiefung mit steileren Wänden und flacherem Boden (Typ 7) von wohl größerem Durchmesser (200—230 m), aber ähnlicher Tiefe (10,50 m) wie beim Erdfallsee (vgl. Abb.3). Auch hier wird diese Schüssel umgeben von einem Flachsee, und auch hier schließt sich eine versumpfte und vertorfte Niederung an (Taf. 1). Der tiefe Teil des Sees hat auch hier ein rinnenförmiges Anhängsel, das in Richtung zu der versumpften Niederung ansteigt.

Grundsätzlich ist also das Bild das gleiche; die Unterschiede betreffen eigentlich nur die Anordnung in der Windrose. Während im Erdfallsee-Gebiet der Einbruchtrichter im Südosten der Senke, der Weiher-Sumpf-Bereich im Nordwesten liegt, ist das Verhältnis beim Großen Heiligen Meer

---

[1] So waren nach POELMANN (1934, S. 7) Tümpel und Erdfall längere Zeit getrennte Seen. Erst im Laufe der Jahre hätten sich die beiden Seen so völlig miteinander verbunden, daß sie heute eine einheitliche Wasserfläche bilden. Er schreibt diesen Vorgang allerdings — sicherlich zu Unrecht — der Wirkung des Wellengangs zu.

umgekehrt: im Südwesten liegt der Einbruch, das Flachsee- und Sumpfgebiet schließt sich vor allem nach Nordosten an. Die Erdfälle selbst verhalten sich also fast spiegelbildlich zueinander (Abb. 6).

Bei derartig weitgehenden Analogien erscheint es erlaubt, den generellen Entwicklungsgang des Erdfallsees auf das Große Heilige Meer zu übertragen. Langsame Senkungsvorgänge waren danach seit dem früheren Alluvium im Gang und führten zu den vermoorten weiten Niederungen östlich des Großen Heiligen Meeres. Eine flache, wassergefüllte Senke

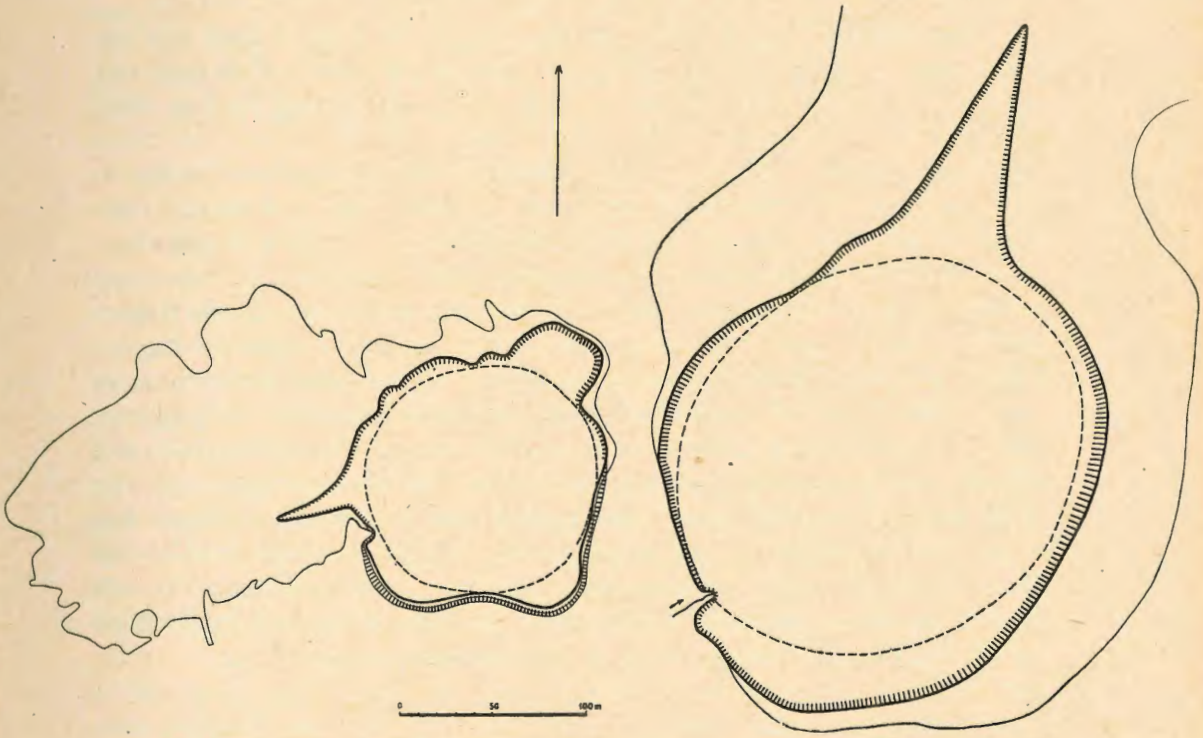


Abb. 6. Vergleich zwischen den Einbrüchen des Erdfall-Sees (links) und des Großen Heiligen Meeres (rechts). Maßstab 1 : 4 000. Die unterbrochenen kreisförmigen Linien deuten die ursprünglichen Umrisse der Einbrüche an.

befand sich im nordöstlichen Anschluß an den heutigen Tiefbereich des Sees, als dieser durch einen plötzlichen Einbruch entstand. Nach diesem Ereignis füllte sich das entstandene Loch schnell mit Wasser an. Dabei furchte aus dem anschließenden Flachsee in den Erdfall einströmendes Oberflächenwasser die Rinne am Nordostende der Schüsselsenke aus. Die Hauptfüllung geschah indessen durch aufdringendes Grundwasser. Die stetige Senkung setzte sich nach vollzogenem Einsturz fort und führte zu einer Vergrößerung der Wasserfläche und einer Verschmelzung von präexistierendem Tümpel und Dolinensee.

Wann der Einbruch geschah, ist auf geologischem Wege nicht genau zu ermitteln. Doch kann gesagt werden, daß die Formen des Heilig-Meer-Erdfalls noch recht frisch erscheinen, d. h. wenig abweichend von denen des Erdfalls von 1913. Der wesentlichste Unterschied betrifft das Verhältnis der Tiefe zum Durchmesser; angesichts des größeren Durchmessers des Heilig-Meer-Erdfalls hätte man auch eine etwas größere Tiefe erwarten sollen; sie ist indessen um $^3/_4$ m geringer als beim Erdfall von 1913. Das spricht für eine gewisse Auffüllung durch Sedimentation am Boden des Sees, wie das in Abb. 3 b zur Darstellung gebracht wurde.

Das Ereignis kann danach nicht sehr weit zurückliegen, und rein gefühlsmäßig möchte man die bisher verflossene Zeit nach Jahrhunderten, nicht nach Jahrtausenden beziffern. Nun wird das Große Heilige Meer erstmalig 800 n. Chr. urkundlich erwähnt (vgl. DOLLE, 1933), doch bleibt dabei offen, ob damals schon das Tiefbecken des Einsturztrichters innerhalb des Sees bestand oder lediglich ein Flachsee als Vorstadium. Der Einsturz selbst ist jedenfalls urkundlich nicht belegt. Eine vegetationsgeschichtliche Untersuchung des Seebeckens könnte in diese Frage Licht bringen, doch ist dabei in Rechnung zu stellen, daß sich das Große Heilige Meer in zwei Stadien gebildet haben dürfte, in einem Vorstadium, das zunächst einen Flachsee entstehen ließ, und einem Einbruchstadium, in welchem plötzlich das Tiefbecken im See entstand. Auch ist zu bedenken, daß in der Nachphase der Seebildung sich eine seitliche Erweiterung des Einsturztrichters vollzogen haben und dabei Humusstoffe aus den das Heilige Meer umschließenden Faulschlamm- und Torfbildungen in den See verfrachtet sein dürften. Die Humusabscheidungen am Seeboden könnten also umfangreicher sein, als dem Alter nach zu erwarten wäre. Auch hat die Meerbecke an der Sedimentation im Heiligen Meer einen Anteil. Deutlich zeichnet sich vor ihrer Mündung ein Schwemmkegel ab.

f) Zur Entstehung der übrigen Senken der Heilig-Meer-Zone

Jede der 61 Hohlformen der Heilig-Meer-Zone hat ihre individuelle Entwicklungsgeschichte. Jeder Einzelfall erweckt daher ein spezielles Interesse und wäre für sich zu untersuchen. Doch fehlt es zu einer fruchtbaren Erörterung der einzelnen Bildungsumstände an genaueren Kenntnissen vor allem der primären morphologischen Gestaltung und der Mächtigkeit, der Art und des Alters der Füllschichten in den Hohlformen. Insbesondere bedürfen die Torfbildungen der Untersuchung nach Mächtigkeit, Zusammensetzung und Pollenführung.

Solange solche Daten fehlen, kann nur summarisch verfahren werden, und es sind lediglich einige generelle Hinweise möglich. Zugrunde gelegt sei dabei die oben gegebene Klassifizierung in 9 Typen.

Die Flachsenken ohne scharfe Ränder, also die Senken vom Typus 1 bis 5 (Gruppe A), sind in Analogie zu den Senken beim Erdfallsee und Großen Heiligen Meere als die Ergebnisse allmählicher, langwährender Bodensenkung anzusprechen; ihre Entstehung umfaßte daher mehr oder weniger lange Zeitspannen. Dabei sind die pleistozänen Senkungsvorgänge dieser Art kaum erfaßbar, da sie sich zur Zeit der Talsandaufschüttung vollzogen, wodurch entstehende Hohlformen bald eingeebnet wurden. Sie würden sich allein in den Mächtigkeiten und der speziellen Ausbildung dieser diluvialen Ablagerungen, nicht in der heutigen Oberflächenmorphologie ausprägen und wären daher nur durch Untersuchungen mittels Bohrungen erfaßbar. Anders ist es dagegen mit den Einsenkungen, die sich während des Holozäns bildeten; sie kennzeichnen sich morphologisch entsprechend den Charaktermerkmalen der Typen 1—5.

Die hierbei bestehenden Unterschiede sind auf unterschiedliche Tiefe, unterschiedliche Dauer der Sedimentation und damit unterschiedliches Alter der Hohlformen zurückzuführen. Typus 1 repräsentiert ein Anfangsstadium, d. h. eine über die Anfänge nicht oder noch nicht hinausgekommene Senkung; sie ist daher wenig umfangreich und insbesondere wenig tief; die Oberfläche des Senkungsbereichs erreichte nicht einmal den Saugsaum des Grundwassers, geschweige denn dieses selbst. Vom Typus 2 bis zum Typus 4 steigert sich das Senkungsphänomen insbesondere hinsichtlich des vertikalen Ausmaßes. Bei einer Absenkung des Bodens in den Jahresschwankungs-Bereich des Grundwassers resultieren zeitweise entstehende oder verschwindende Seen (Typ 3), bei einer Absenkung bis unter den Schwankungsbereich flache Dauerseen (Typ 4). Humusablagerungen auf dem Seeboden können eine gewisse Isolierung des Seewassers vom Grundwasser bedingen; das Seewasser „schwebt" dann auf diesem Humuspolster, und der Seespiegel kann sich dann bei stärkeren Niederschlägen zeitweilig erheblich über den Grundwasserspiegel aufhöhen, was hinwiederum die Humusbildung fördert. Schließlich verlanden und vertorfen die Seen völlig, und es entsteht der Typus 5.

Die ausgedehnten Vertorfungen in der Meerbecke-Niederung sind m. E. im wesentlichen auch als Typus 5, d. h. als die Vertorfung nicht eines Erosionstales, sondern als die Vertorfung eines langen Senkungsstreifens, zu deuten. Diese langgestreckte Niederung liegt nämlich nicht in Richtung des generellen Geländegefälles und damit nicht in der Fließrichtung der normalen Abflüsse nordwestlich des Schafbergmassivs, sondern quer dazu; denn während der „normale" Abfluß gegen Nordwesten erfolgt, verläuft die Meerbecke-Niederung bogenförmig von SW gegen NO, und es geschieht der Abfluß darin gegen Nordosten. Damit charakterisiert sich die Meerbecke-Niederung als Element der Heilig-Meer-Zone, und zwar — nach dem Umfang der Vertorfung — als ein recht altes.

Die Elemente der Senkungsgruppe B, die durch scharf markierte Abrißränder gekennzeichnet sind, hat man nach dem Muster des Erdfalls von 1913 durchweg als Einsturzformen, d.h. als echte Dolinen, anzusprechen. Es handelte sich bei ihnen also um plötzliche, prinzipiell nach Tag und Stunde datierbare Geschehnisse.

Die Fälle des Typs 6 sind kleinere, weniger umfangreiche Beispiele dieser Art und vielfach Vorboten größerer nachfolgender Einstürze. Die Tütenform kommt dadurch zustande, daß bei dem kleinen Umfang die Flanken bereits in geringerer Tiefe konvergieren. Bei den Formen des Typus 7 sind die Einbrüche nach dem Volumen der beteiligten Erdmassen um ein Vielfaches größer. Sie gehen durchweg bis recht tief unter den Grundwasserspiegel, und es resultieren „Tiefseen", die von größerer Beständigkeit sind, da ihre Verlandung längere Zeit beansprucht. Hierzu gehört zweifellos auch das Kleine Heilige Meer, wahrscheinlich als ein verhältnismäßig junges Gebilde, das dem Alter nach zwischen dem Erdfall von 1913 und dem Erdfall des Großen Heiligen Meeres stehen dürfte.

Die Erscheinungen des Typus 8 und 9 sind meist kleinere — eine Ausnahme bildet Nr. 46 — Einbrüche, die weitgehend zusedimentiert sind, und zwar ganz vorwiegend durch Humusablagerungen. Treten in solchen gefüllten Trichtern spätere Nachsackungen oder Setzungen des Sediments besonders durch Verdichtung der Humusabscheidungen ein, so pausen sich die Abrißränder an die Erdoberfläche durch, und es entstehen die flachen Tellerformen des Typus 8. Sie sind also m. E. in der Mehrzahl als ältere, weitgehend aufgefüllte und durch annähernd bis heute anhaltende Sackungen wiederbelebte Formen ursprünglich des Typus 6 oder 7 anzusprechen. In verschiedenen Fällen mögen auch Vorstufen echter Dolinenbildung vorliegen, also erste Ansätze zu tieferen Einbrüchen, oder auch eine posthume Regeneration der Senkungsvorgänge. Eine sichere Entscheidung zwischen diesen Möglichkeiten wäre nur durch Untersuchung der Füllmassen dieser Gebilde mit größerer Sicherheit zu treffen.

V. Die geologischen Verhältnisse des tieferen Untergrundes als Vorbedingungen der Senkungserscheinungen

Mit der Ableitung der Vorgänge, die sich bei der Entstehung der Hohlformen in der Heilig-Meer-Zone abspielten, ist ein letztes Verständnis noch nicht erreicht. Es erhebt sich weiter die Frage nach den Ursachen dieser teils langsamen, teils plötzlichen Senkungsvorgänge. Wie schon gesagt wurde (vgl. S. 13), gibt die Zusammensetzung der in der Heilig-Meer-Zone zutage tretenden Schichten keinen Anhalt hinsichtlich dieser Ursachen. Die Einsenkungen sind vielmehr lediglich passive Reaktionen dieser Locker-

ablagerungen auf Vorgänge in größeren Erdtiefen. Um die letzteren zu erkennen, ist von dem stratigraphisch-petrographischen und tektonischen Aufbau des tieferen Untergrundes, des präquartären Unterbaus, auszugehen.

Da dieser im Bereich der Heilig-Meer-Zone nirgendwo zutagekommt und auch durch Bohrungen nicht aufgeschlosssen worden ist, läßt sich eine Kenntnis über seinen Aufbau nur auf indirektem Wege gewinnen und zwar besonders durch Schlüsse aus bekannten geologischen Verhältnissen der weiteren Umgebung.

Südöstlich der Heilig-Meer-Zone beginnt in etwa 1,5 km Abstand das Gelände ziemlich unvermittelt zum Plateau des Ibbenbürener Schafbergs anzusteigen. Ein nördlicher Vorsprung desselben stellt der Kälberberg dar, in welchem sich große Sandsteinbrüche befinden. Sowohl die hier zutage tretenden Gesteine wie überhaupt der gesamte Ibbenbürener Schafberg mit seinen Steinkohlenvorkommen gehören dem Oberkarbon, und zwar der höheren Westfälischen Stufe (Westfal C und D, vgl. TEICHMÜLLER, 1954) an. Die Schichten streichen im Kälberberg in ostnordost-westsüdwestlicher Richtung und fallen relativ flach gegen NNW ein. An der Straße östlich „Middendorf" ist das Streichen 65°, das Fallen 20—25° NNW. Gegen SW, gegen den Dickenberg zu, wird das Streichen ein mehr nordost-südwestliches und weiterhin sogar ein nord-südliches. Im großen verlaufen also die Schichten des Karbons leicht bogenförmig. Es entspricht das der allgemeinen Sachlage, daß man sich hier im nordwestlichen axialen Abtauchbereich des Schafberg-Großsattels befindet (vgl. auch HAARMANN, 1914).

Das Karbon nimmt alles in allem die mit Wald bestandenen, steiler aufragenden und höheren Teile des Gebietes ein. Gegen Südwesten zeigt sich schon morphologisch ein sehr scharfer Schnitt entlang der Linie „Korsmeier" (Südostecke von Meßtischblatt Hopsten) — „Altmann" — „Lünnemann" — Kanalbrücke nordwestlich „Bange"[1]. Wenig nordöstlich dieser Linie ist das Karbon in zahlreichen Steinbrüchen noch aufgeschlossen, im flachen, von Feldern bedeckten Gelände südwestlich von ihr aber wird es nicht mehr sichtbar. Die genannte Linie ist offenbar eine quer zum generellen Streichen angeordnete Störung, an der das Karbon in größere Tiefe abgesunken ist. Entsprechende Schleppungserscheinungen deuten sich durch abweichendes Streichen und Fallen in den Karbonsandsteinen der Steinbrüche an der Straße Rheine—Osnabrück an (Abb. 8). Die Störung ist zugleich die nordwestliche Fortsetzung des großen Südabbruchs des Schafberg-Sattels (vgl. HAARMANN, 1914, und Geol. Landesamt, 1946).

Nordöstlich des Kälberbergs besteht eine ähnliche Sachlage. Entlang einer vom Hof „Landwers" aus nach SO zu ziehenden Linie verläuft eine

---

[1] Hinsichtlich der Lage dieser Lokalitäten vgl. Abb. 8.

der beschriebenen ganz ähnliche Geländestufe. An ihr endet plötzlich der Kälberberg mit seinen Karbonsandsteinen, und in der sich anschließenden flacheren Feldregion erscheint Zechstein mit schwachem nördlichem bis nordwestlichem Einfallen. So zeichnet sich auch hier eine Verwerfung ab, an der das Karbon gegen Südosten versetzt wird. Schon O. TIETZE (1913, S. 654) hat diese Sachlage zur Darstellung gebracht und dabei auf die auffallende Tatsache hingewiesen, daß die Heilig-Meer-Zone gegen Osten genau in der nordwestwärtigen Verlängerung dieser Abbruchslinie endigt. Er hat das schon in der Weise gedeutet, daß er den Kälberberg-Abbruch gegen Nordwesten in das Gebiet östlich des Kleinen Heiligen Meeres verlängerte (Abb. 7).

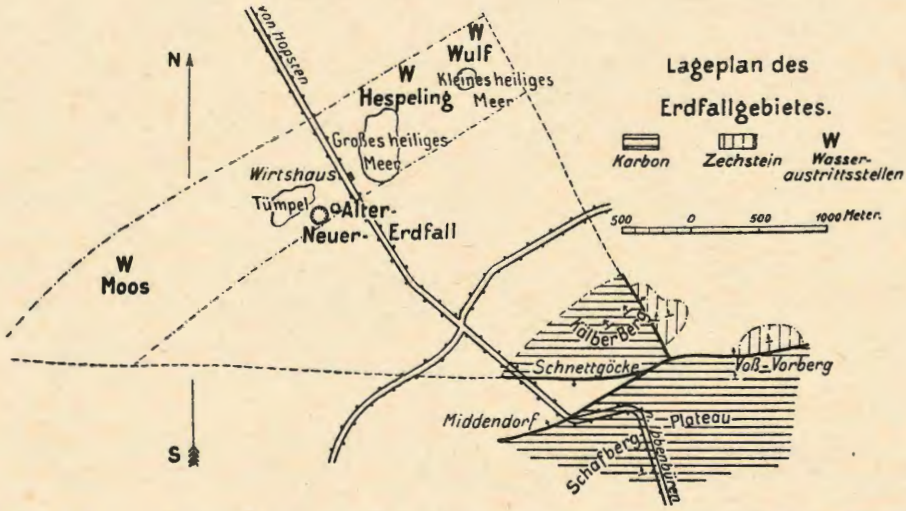


Abb. 7. Geologische Skizze des „Erdfallgebietes" (Heilig-Meer-Zone) nach O. TIETZE (1914). Maßstab 1 : 56 000.

Im übrigen aber bedarf der von O. TIETZE gegebene geologische Situationsplan (Abb. 7) der Korrektur. So zieht nach ihm von Voß-Vorberg (im Osten) über Schnettgöcke eine Störung in ost-westlicher Richtung, die bei Voß-Vorberg Zechstein gegen Karbon versetzen, an der weiterhin der Kälberberg gegen Süden abbrechen und die schließlich das südwestliche Ende der Heilig-Meer-Zone bedingen soll. Es sei nicht geleugnet, daß kleinere Störungen annähernd ost-westlichen Verlaufs vorhanden sein mögen — solche sind in den Zechsteinkalk-Steinbrüchen von Uffeln sogar zu beobachten —, aber offenbar kommt ihnen nur eine ganz untergeordnete Bedeutung zu. Das ergibt sich aus dem recht wenig gestörten Verlauf der genannten Uffelner Unterzechstein-Zone. Die südwestliche Endigung der Heilig-Meer-Zone wird jedenfalls nicht durch eine Ost-West-Störung bedingt, sondern offenbar durch jenen schon oben beschriebenen, sehr be-

deutsamen Abbruch auf der Linie „Korsmeier"—„Lünnemann"—nordwestlich „Bange". Abb. 8 erläutert diese Sachlage.

Als nicht zu bezweifelnde Tatsache ergibt sich jedenfalls, daß Beziehungen zwischen dem Verlauf der Heilig-Meer-Zone und dem großtektonischen Bauplan des Gebietes bestehen. Sie zeigen sich darin, daß

1. die Heilig-Meer-Zone mit leicht bogenförmigem, im ganzen südwest-nordöstlichem Verlauf parallel zum Streichen des älteren Gebirges (Zechstein und Karbon) angeordnet ist und daß sie
2. an den gleichen großen Querstörungen nach SW und NO endet, an denen auch das Karbongebirge verschoben ist.

Ganz offenbar setzt sich also der tektonische Bauplan, der das nordwestliche Abtauchgebiet des Ibbenbürener Schafbergs beherrscht, bis in dessen nordwestliches Vorland hinein fort und wird hier maßgeblich auch für die räumliche Anordnung der auffallenden Senkungserscheinungen der Heilig-Meer-Zone. Diese offenbaren damit ihre zweifellose Beziehung zu den Bauelementen des tieferen Untergrundes.

Was für Schichten sind nun im Raum der Heilig-Meer-Zone unterhalb der quartären Deckschichten zu erwarten?

Auf das nordwest- bis nordnordwestwärts geneigte Karbon legen sich am Nordwesthang des Dickenbergs südöstlich des Ems-Weser-Kanals Ablagerungen des Zechsteins. Sie streichen parallel zu den Schichten des Karbons, so in den Aufschlüssen nördlich von Hof „Bange" in Richtung Südwest-Nordost. Ihre Neigung ist hier in gleicher Weise wie das Karbon gegen NW gerichtet, allerdings etwas flacher, nämlich unter etwa 10—15°.

Zutage sichtbar werden nur kalkige Gesteine des Unteren Zechsteins, die in Steinbrüchen abgebaut und in Kalköfen zu Brennkalk verarbeitet werden bzw. wurden. Außer auf der südöstlichen Seite des Ems-Weser-Kanals finden sich solche Kalköfen auch auf der nordwestlichen, nämlich an der Straße nach Zumwalde nördöstlich von Hof Wieter und bei Bahnhof Zumwalde (Ortschaft Steinbeck). Die beiden letzteren sind allerdings nicht auf eigene Kalkvorkommen begründet worden, sondern haben Rohmaterial verarbeitet, das von der anderen Kanalseite herangeholt wurde. Immerhin aber ordnen sich die sichtbaren Zechsteinvorkommen in einer parallel den Karbonsandsteinen verlaufenden Zone an (vgl. Abb. 8). Kleinere Unregelmäßigkeiten im Streichen werden durch quer oder diagonal durchsetzende Verwerfungen bedingt. An einer solchen ist z. B. der Zechsteinkalk nordöstlich von Höhe 67,5 etwas gegen Nordwesten verschoben, und so wird der nordöstliche Gipfel der Höhe 67,5 nicht, wie man zunächst vermuten möchte, von Zechsteinkalk, sondern von Karbonsandstein gebildet (vgl. Abb. 9).

Da die Zechsteinschichten gegen Nordwesten einfallen, muß in dieser Richtung der Untere Zechstein in zunehmend größere Tiefen absinken, und unter der Basis des quartären Deckgebirges muß sich an die Zone des Unteren Zechsteins gegen Nordwesten eine Zone aus Mittlerem Zechstein und weiter eine solche aus Oberem Zechstein und schließlich aus Unterem Buntsandstein anschließen. Eine „abgedeckte" geologische Karte, bei der die quartären Deckschichten fortgeräumt gedacht sind, würde also die in Abb. 9 dargestellten Verhältnisse zeigen. Parallele Zonen von Schichtglie-

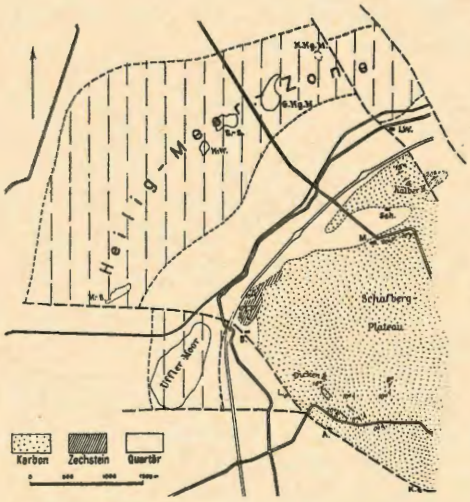


Abb. 8. Geologische Oberflächenkarte des Heilig-Meer-Gebietes. — Maßstab 1 : 100 000. — Mit vertikalen unterbrochenen Strichen ist die Heilig-Meer-Zone gekennzeichnet. — Abkürzungen: K: Korsmeier; A: Altmann; L: Lünnemann; B: Bange; M: Middendorf; Sch: Schnettgöcke; LW: Landwers; H.-S.: Herta-See; H.-W.: Heideweiher; E.-S.: Erdfall-See; G.Hg.M.: Großes Heiliges Meer; K.Hg.M.: Kleines Heiliges Meer.

dern sind so angeordnet, daß im Südosten die ältesten Schichten (Karbon), im Nordwesten die jüngsten Schichten (Buntsandstein) an die Quartärbasis herantreten.

Für die Erklärung der Senkungserscheinungen in der Heilig-Meer-Zone ist der petrographische Aufbau des Zechsteins von besonderer Bedeutung. Von ihm kommt, wie gesagt, nur der Untere Zechstein am Nordwestrand des Ibbenbürener Schafbergs zutage. Er besteht in den oben bereits angegebenen Vorkommen in der Hauptsache aus Kalken, die z. T. dolomitisch sind und bis über 10 m mächtig werden können. Unter dem Kalk liegt eine dünne Lage Kupferschiefer und darunter in geringer Dicke das Basalkonglomerat des Zechsteins, mit dem dieser auf dem Oberkarbon auflagert.

Hinsichtlich der petrographischen Zusammensetzung des nirgendwo zutage sichtbar werdenden Mittleren und Oberen Zechsteins lassen sich Schlüsse aus mehreren Tiefbohrungen ziehen, die in der weiteren Umgebung der Heilig-Meer-Zone niedergebracht worden sind. Im Osten liegen solche bei Limbergen (Bohrloch Franziskahall bei Vinte), bei Seeste, bei Wersen (fiskalische Bohrung) und bei Büren am Piesberg. Westlich der Heilig-Meer-Zone wurden in neuerer Zeit zahlreiche Bohrungen im Raum von Bentheim niedergebracht; von ihnen kommen besonders die

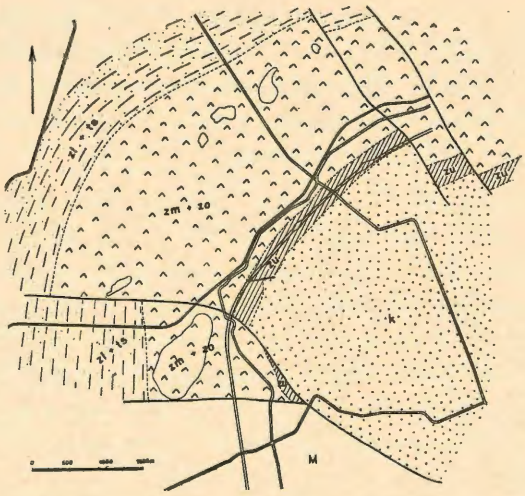


Abb. 9. Geologische Untergrundkarte des Heilig-Meer-Gebietes. Maßstab 1 : 100 000. Quartär und Tertiär sind fortgeräumt gedacht. Abkürzungen: k: Karbon; zu: Unterer Zechstein; zm + zo: Mittlerer und Oberer Zechstein ohne Zechsteinletten; zl + ts: Zechsteinletten und Buntsandstein; M: Zechstein und Mesozoikum, ungegliedert.

Bohrungen Bentheim 12 und 13 als die dem Bereich der Heilig-Meer-Zone geologisch am ehesten entsprechenden in Betracht.

Die bereits über 100 Jahre alte fiskalische Bohrung Wersen hat nach E. HAARMANN (1909) und F. HEIDORN (1949) folgende Schichtfolge des Zechsteins angetroffen:

Plattendolomit	31 m
Gips	29 m
Anhydrit mit 3 Dolomiteinschaltungen	47 m
Anhydrit	40 m
Zechsteinkalk (+ Unterer Dolomit?)	9 m
Kupferschiefer + Zechsteinkonglomerat	1,3 m.

Über den Karbonatgesteinen (Kalkstein und ? Dolomit) des Unteren (und wohl auch noch tiefsten Mittleren) Zechsteins liegt hier also eine

116 m mächtige Folge vorwiegend von Kalziumsulfat, und zwar bestehen die unteren drei Viertel aus Anhydrit ($CaSO_4$), das obere Viertel aus Gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Plattige Dolomite (Dolomit: $CaCO_3 \cdot MgCO_3$) in einer Mächtigkeit von 31 m bilden den Abschluß der Bohrung nach oben, nicht indessen den Abschluß des ursprünglichen Zechstein-Profils; denn die Zechsteinabfolge ist nach oben nicht vollständig. Über dem ursprünglich wohl noch etwas mächtigeren Plattendolomit wären noch ein höherer Gipshorizont und darüber der Horizont der „Zechsteinletten" zu erwarten.

In der Bohrung Büren wurde über den hier gegen 20 m dicken basalen Karbonatgesteinen (Kalkstein + Dolomit) des Unteren und tieferen Mittleren Zechsteins eine einheitliche Anhydrit-Gipsfolge von etwa 150 m angetroffen (TIETZE, 1913, S. 656). Auch die Bohrung Franziskahall bei Vinte traf zwischen Buntsandstein und Karbon 181 m Gips an, während bei Seeste von dem dort 159,5 m starken Zechstein 90 m aus Gips und Anhydrit bestanden.

Die Entwicklung des Zechsteins auf der Nordflanke des Bentheimer Sattels entspricht, wie HEIDORN (1949) gezeigt hat, weitgehend derjenigen der fiskalischen Bohrung Wersen; nur tritt hier statt Gips durchweg Anhydrit auf, und es finden sich geringmächtige Steinsalzeinschaltungen in drei Niveaus. Beides hängt mit der größeren Erdtiefe zusammen, in der hier der Zechstein liegt; infolgedessen haben Auslaugungs- und Hydratisierungsvorgänge hier noch nicht stattgefunden. Das Profil zeigt unterhalb der Zechsteinletten folgende chemische Abscheidungen (von oben nach unten):

Steinsalz („Jüngeres Steinsalz") etc., 12—60 m
Anhydrit („Hauptanhydrit"), 3—4 m
Plattendolomit, 36—40 m
Anhydrit mit dünner Steinsalzeinschaltung, ca. 20 m
3 Dolomitbänke mit Zwischenschichten von Anhydrit, 26—33 m
Anhydrit (nach Süden mit Steinsalz), 33 (—40) m
Unterer Dolomit (transgredierend), 1 (—3) m.

Die Übereinstimmung der Verhältnisse bei Wersen und Bentheim ist so weitgehend, daß man eine analoge Schichtfolge auch für das dazwischen gelegene Heilig-Meer-Gebiet annehmen muß, zumal dieser Raum im Rahmen des paläogeographischen Gesamtbildes der Mittel- und Oberzechsteinzeit die gleiche Stellung innehat (HEIDORN, 1949). Man hat also zu erwarten, daß über den Kalk- (+ Dolomit-) gesteinen des tiefsten Zechsteins eine gegen 100 m mächtige Kalziumsulfatzone liegt, die ursprünglich völlig aus Anhydrit bestand und ehedem vielleicht zwei dünne Steinsalzeinschaltungen aufwies. Darüber ist eine 30—40 m starke Plattendolomitfolge und in deren Hangendem eine geringmächtige höhere Kalksulfatzone mit ursprünglich etwas Steinsalz zu erwarten. Heute allerdings wird — analog

den Verhältnissen in Bohrung Wersen — durch die Einwirkungen des Untergrundwassers der Anhydrit ganz oder zum Teil in Gips umgewandelt ($CaSO_4 + 2\,H_2O = CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$) und das geringmächtige Steinsalz aufgelöst worden sein.

Eine völlige Salzablaugung und Vergipsung sowie auch schon eine weitgehende Auflösung des Gipses ist im Bereich südöstlich der Heilig-Meer-Zone zu erwarten, da hier die Zechsteinschichten sukzessive an die stark wasserführenden sandigen Deckschichten des Tertiärs und Quartärs herantreten. Erst gegen Nordwesten, wohin das Gebirge in zunehmend größere Tiefen absinkt, wird sich eine mehr vollständige und mehr ursprüngliche Abfolge einstellen. So dürfte unter der Heilig-Meer-Zone selbst der Anhydrit oberhalb des Plattendolomits völlig und der Anhydrit unterhalb des Plattendolomits in seinem höheren Teil durch Wasseraufnahme in Gips verwandelt worden sein. Steinsalz dürfte hier auch im tieferen Teil der Schichtfolge heute nicht mehr vorhanden sein.

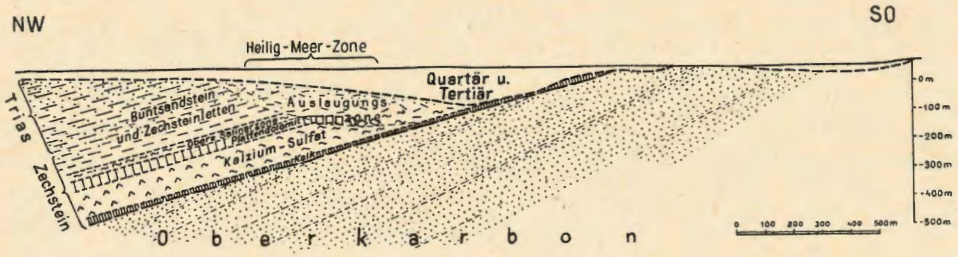


Abb. 10. Querschnitt durch das Gebiet des Heiligen Meeres.
Maßstab horizontal und vertikal ca. 1 : 26 000.

Unter Zugrundelegung der angegebenen Sachverhalte und der daraus zu ziehenden Schlüsse läßt sich ein Profil vom Karbon des Ibbenbürener Schafbergs aus gegen Nordwesten quer zur Heilig-Meer-Zone konstruieren. Bei Annahme eines mittleren Einfallwinkels von 15° für die Zechsteinschichten ergibt sich dafür das in Abb. 10 wiedergegebene Schema.

Hiernach wären südöstlich der Heilig-Meer-Zone bereits während des Tertiärs die Kalksulfate des Zechsteins durch Auslaugung weitgehend entfernt worden; am Südostrand der Heilig-Meer-Zone würden die chemischen Sedimente des Zechsteins mit ihrer Oberkante etwa bei 100 m und mit ihrer Unterkante bei 300 m Tiefe unter Erdoberfläche liegen. Am Nordwestrande der Heilig-Meer-Zone läge die Oberkante etwa bei 300 m, die Unterkante etwa bei 500 m unter Gelände. Hier würden sich zwischen die Lockerablagerungen des Quartärs und die chemischen Sedimentgesteine des Zechsteins noch mindestens 200 m Buntsandstein und Zechsteinletten einschalten.

VI. Die derzeitigen geologischen Vorgänge im Untergrunde

a) Die Vorgänge im allgemeinen

Bei der geschilderten Sachlage sind im Untergrund folgende Vorgänge zu erwarten:

1. Auflösung etwa vorhandener Steinsalz-Einschaltungen,
2. gleichzeitig damit und besonders im Anschluß daran Umwandlung von Anhydrit in Gips,
3. gleichzeitig mit dem Vorgang 2 und vor allem im Anschluß daran Auflösung des Gipses,
4. gleichzeitig mit dem Vorgang 3 und besonders im Anschluß daran langsame Auflösung der Karbonatgesteine (besonders Plattendolomit).

Mit den Vorgängen 1 und 3 haben schon WEGNER, TIETZE und POELMANN die besonderen Erscheinungen des Heilig-Meer-Gebietes in Zusammenhang gebracht; vor allem dachten sie dabei an die Auflösung von Steinsalzlagern. In quantitativer Hinsicht ist aber sicher der dritte Vorgang weitaus wirkungsvoller als der erste, da der Zechstein dieser Gebiete bereits primär nur unbedeutende Salzschichten enthalten haben und heute überhaupt keine mehr führen dürfte. So haben jedenfalls die rezenten Senkungsvorgänge, so der Erdfall von 1913 und ein solcher, der sich am 28. 1. 1934 in der Gemeinde Steinbeck neben dem Gehöft Möllers ereignete (POELMANN, 1934, S. 8), mit Salzauslaugung nichts mehr zu tun, und so bleibt für sie im wesentlichen die Auflösung des Gipses, in geringem Ausmaß vielleicht auch noch die Auflösung von Karbonatgesteinen als verursachender Prozeß; der letztere Teilvorgang wird aber sicher nur geringe Effekte zeitigen.

b) Die speziellen Vorgänge in der Heilig-Meer-Zone

Wenn nach dem Gesagten die Senkungs- und Einbruchserscheinungen im Bereich der Heilig-Meer-Zone generell auf die Auflösung der besonders löslichen Teile des Mittleren und Oberen Zechsteins, und zwar in der Hauptsache auf die Auflösung von Kalziumsulfat, zurückgehen, so sind für den Ablauf dieser Auflösungsvorgänge im einzelnen zwei Umstände von Wichtigkeit, nämlich

1. die flache nordwestwärtige Neigung der Schichtfolge und
2. die Aufteilung der Kalziumsulfat-Ablagerungen in zwei, durch den eingeschalteten Plattendolomit getrennte Horizonte.

Der erste Umstand bewirkt, daß die Auslaugung dem Einfallen der Schichten gemäß von SO gegen NW fortgeschritten ist und noch voranschreitet. So hat der Bereich südöstlich der jetzigen Heilig-Meer-Zone die

unterirdische Auflösung der Kalziumsulfate offenbar bereits im Tertiär und Diluvium erfahren, d. h. hier ist die Auflösung schon zum Abschluß gekommen, und damit finden auch weitere Bodensenkungen zur Zeit hier nicht statt und sind auch in Zukunft nicht mehr zu erwarten. In der Heilig-Meer-Zone selbst ist der Auslaugungsprozeß seit dem jüngeren Diluvium im Gang, und er entfaltet hier heute seine Hauptwirksamkeit. Im Raum nordwestlich der Zone ist dagegen die Auslaugung noch nicht recht in Gang gekommen. Hier hemmen die wenig wasserdurchlässigen Zechsteinletten und der gleichfalls wenig durchlässige, da vorwiegend tonig entwickelte tiefere Buntsandstein eine Auslaugung von oben her. Diese wird überhaupt ihr natürliches Ende dort finden, wo an dem in Richtung auf Hopsten auf Grund geophysikalischer Untersuchungen zu erwartenden großen tektonischen Abbruch der Zechstein in beträchtliche Tiefen absinkt.

Die Einschaltung des Plattendolomits beeinflußt in starkem Maße die Form der Auflösung. Bei dem unterirdischen Abbau des oberen, über dem Plattendolomit gelegenen Gipslagers verläuft der Prozeß in der Weise, daß keine freien Hohlräume entstehen, sondern daß das wenig tragfähige hangende Gebirge in dem Maße einsinkt, wie Kalziumsulfat entfernt wird. Die Auslaugung geht daher mehr flächenhaft vonstatten, und infolgedessen bilden sich an der Tagesoberfläche durch das allmähliche Nachgeben des Hangenden flache Bodensenken, die versumpfen und vermooren können. Der Ablaugungsprozeß in der Tiefe und damit auch der Senkungsprozeß an der Erdoberfläche verlaufen langsam und stetig über längere Zeitabschnitte. Auf diesen Vorgang sind damit die Senken der Gruppe A (Typen 1—5) zurückzuführen, die die entsprechenden Kennzeichen aufweisen.

Anders ist es dagegen mit dem unteren Kalksulfat-Horizont. Dadurch, daß er von dem bis 40 m dicken Plattendolomit überdeckt ist, können sich in ihm bei der Gipsauflösung regelrechte Karstformen herausbilden, die sich auch in den Plattendolomit selbst hinein fortbauen können. Die tragende Decke des Plattendolomits erlaubt die Bildung von Höhlen in rundlicher, länglicher oder spaltenförmiger Gestalt unter und in ihr. Diese Hohlräume können beträchtliche Ausmaße annehmen, ehe ihr Dach zusammenbricht. Die Auslaugung führt deshalb zu plötzlichen Einbrüchen und Erdfällen, wie sie für verkarstete Gebiete charakteristisch sind. Beispiele dieser Art sind die oben als Typengruppe B zusammengefaßten Senkungsformen, zu denen, wie gesagt, der Erdfall-See, die beiden Heiligen Meere und die zahlreichen kleinen, rundlichen und scharf umgrenzten trichter- und tellerförmigen Senken der Typen 6—9 gehören.

Zeitlich wird die Auflösung des oberen Kalksulfat-Horizonts derjenigen des unteren vorausgehen. Auch werden sich bei der Auslaugung des unteren Gipses erst ziemlich große, mit Grundwasser erfüllte Hohl-

räume herausbilden müssen, ehe die Decke über ihnen einbricht. Aus diesem Grunde werden die Erdfälle den flachen langsamen Bodeneinsenkungen im allgemeinen nachfolgen. Eine völlige zeitliche Trennung beider Vorgänge darf jedoch nicht erwartet werden, und Überschneidungen der langsamen Auslaugung mit plötzlichen Einbrüchen sind zu erwarten.

Der oben (Abschnitte II und IV) geschilderte Bestand an Erscheinungen und Geschehnissen in der Heilig-Meer-Zone entspricht einem unter den obwaltenden geologischen Verhältnissen zu erwartenden Ablauf durchaus. Die flachen Einsenkungen infolge der allmählichen Auslaugung und des Nachsackens der hangenden Schichten gehen den plötzlichen Einbrüchen zeitlich im allgemeinen voraus, wie im einzelnen ja an den Beispielen des Erdfall-Sees und des Großen Heiligen Meeres gezeigt wurde. Der Heideweiher kann als das Beispiel einer durch allmähliche Auslaugung entstandenen Bodensenke angesehen werden, in der ein plötzlicher Einbruch bisher noch nicht geschehen ist, aber zu erwarten bleibt; er repräsentiert sozusagen das Vorstadium eines Groß-Erdfalles. — Daß nach dem Haupteinbruch die langsamen Bodensenkungen weitergehen, ja sich zunächst sogar noch beschleunigen, ist gleichfalls aus der geologischen Situation heraus verständlich. Die Stabilitätsverhältnisse im Untergrund werden durch den Einbruch der Hohlraumdecken und das plötzliche Einströmen von Lockerablagerungen in diese Hohlräume nicht sogleich wieder völlig wiederhergestellt sein, und es bedarf dazu noch etwas länger andauernder Ausgleichsbewegungen und Stoffumlagerungen.

Weitere Aufschlüsse über die Zeitlichkeit der Senkungsvorgänge sowohl der Gruppe A wie der Gruppe B ließen sich, wie schon gesagt, durch exakte Untersuchungen der Vegetationsgeschichte in den einzelnen Senkungsformen gewinnen. Einen Beitrag hierzu bedeutet die Abhandlung von F.-G. SCHROEDER, die einen der wichtigsten Erdfälle, nämlich das Große Heilige Meer, betrifft.

Literatur

BEYENBURG, E.: Älteste Diluvialschotter, Endmoränen und Talsande im Preußisch-Holländischen Grenzgebiet. — Jb. d. Pr. Geolog. Landesanst. f. 1933, **54**, 602 bis 627, Berlin 1934.

DOLLE, R.: Die Sage vom Heiligen Meer bei Hopsten in der Ortsüberlieferung, in der Romantik und im Lichte der Geschichte. — Ibbenbüren, Vereinsdruckerei, 1933.

GEOLOGISCHES LANDESAMT, Hannover: Tektonische Übersichtskarte von Nordwestdeutschland, 1 : 100 000, Großblatt 59, Hannover 1946.

GRAEBNER, P.: Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer" bei Hopsten i. W. — Abh. a. d. Westf. Prov.-Museum f. Naturkunde, **1**, 137 bis 150, Münster 1930.

HAARMANN, E.: Die geologischen Verhältnisse des Piesberg-Sattels bei Osnabrück. Jb. Preuß. Geol. Landesanst. für 1909, **30**, T. I, 1—58, Berlin 1911.

HAARMANN, E.: Die Ibbenbürener Bergplatte, ein „Bruchsattel". — WILHELM-BRANCA-Festschrift, 324—372, Fig. 2—16, Leipzig (Verlag Gebr. Borntraeger) 1914.

HECK, CLARA: Der Erdfallsee. — Naturschutz in Westfalen. 1. Beiheft, **9**, 21—23, 2 Abb., Münster/Westf. 1949.

HEIDORN, F.: Über den westdeutschen Zechstein und seine Einfügung in das paläogeographische Bild der Zechsteinformation. — Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland, 97—113, 6 Abb. u. 1 Tab., Hannover—Celle 1949.

KEMPER, H.: Beitrag zur Fauna des Großen und Kleinen Heiligen Meeres und des Erdbruches bei Hopsten. — Abh. a. d. Westf. Prov. Museum f. Naturkunde, **1**, 125—135, Münster i. W. 1930.

KRIEGSMANN, K. F.: Produktionsbiologische Untersuchung des Pelagials des Großen Heiligen Meeres unter besonderer Berücksichtigung seines Eisenhaushaltes. — Abh. a. d. Landesmus. d. Prov. Westf., Mus. f. Naturk., **9**, H. 2, 106 S., Münster 1938.

LOTZE, FR.: Die Grundwasserverhältnisse in den Naturschutzgebieten am Heiligen Meere. — „Natur und Heimat", **11**, Beiheft, 97—99, Münster 1951.

POELMANN, H.: Geologisches vom Naturschutzgebiet „Heiliges Meer". — Natur und Heimat, **1934**, Sonderh. Heiliges Meer, 6—10, 3 Abb., Münster/Westf. 1934.

SCHROEDER, F.-G.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Heiligen Meeres bei Hopsten. — Dissertation d. Math.-Nat. Fak. d. Westf. Wilh.-Univ. Münster i. Ref., H. 9, 32—33, Münster 1956.

TEICHMÜLLER, R.: Die Velener Schichten des Münsterländer Karbons und der Ablauf der Bewegungen in der subvariscischen Saumtiefe. — N. Jb. f. Geol. u. Pal. Mh., **1954**, 104—123, Stuttgart 1955.

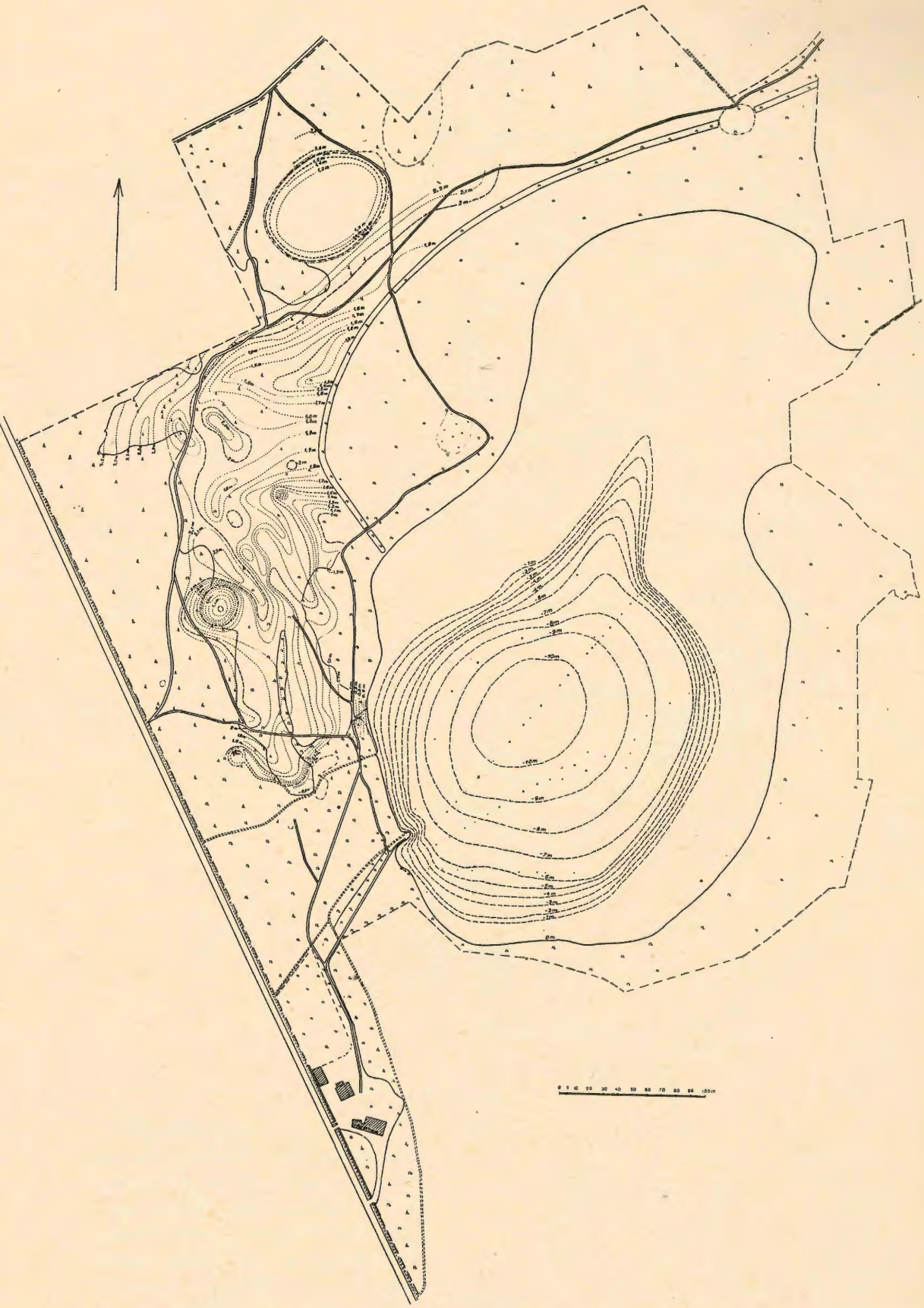
TIETZE, O.: Zur Geologie des mittleren Emsgebietes; vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung des alten Diluviums im Westen und Osten des norddeutschen Flachlandes. — Jb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1912, **33**, II, 108—200, 4 Taf., 11 Abb., Berlin 1914.

TIETZE, O.: Der Erdfall vom 14. April 1913 in der Gemeinde Hopsten. — Jb. d. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1913, **34**, Teil I, 648—657, 3 Abb., Berlin 1914.

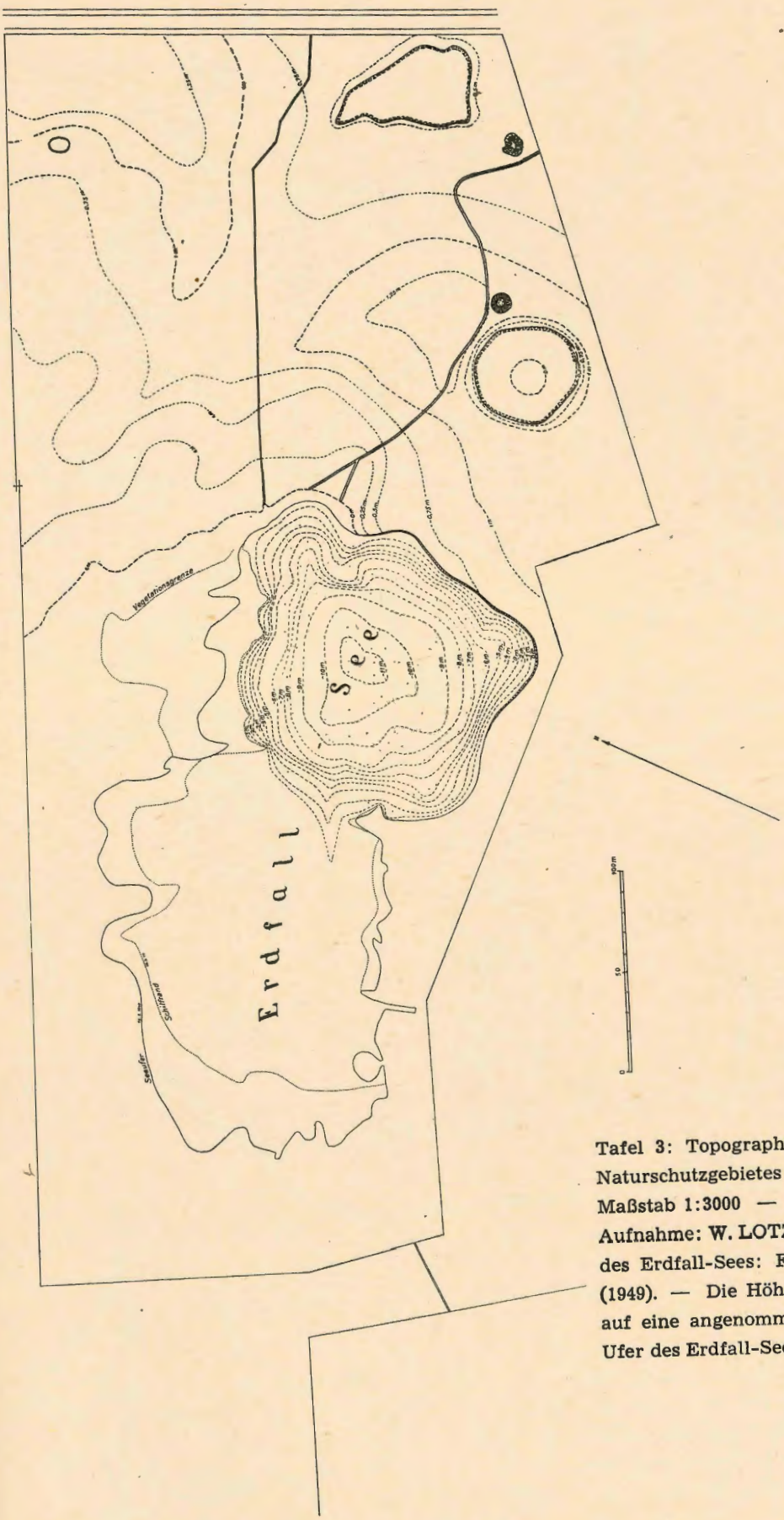
WEGNER, TH.: Der Erdfall von Hopsten. — „Naturw. Wochenschrift", N. F., **12**, Jena (Gustav Fischer) 1913.

WERLAND, P.: Das Heilige Meer bei Hopsten. — Münster i. W. 1913.

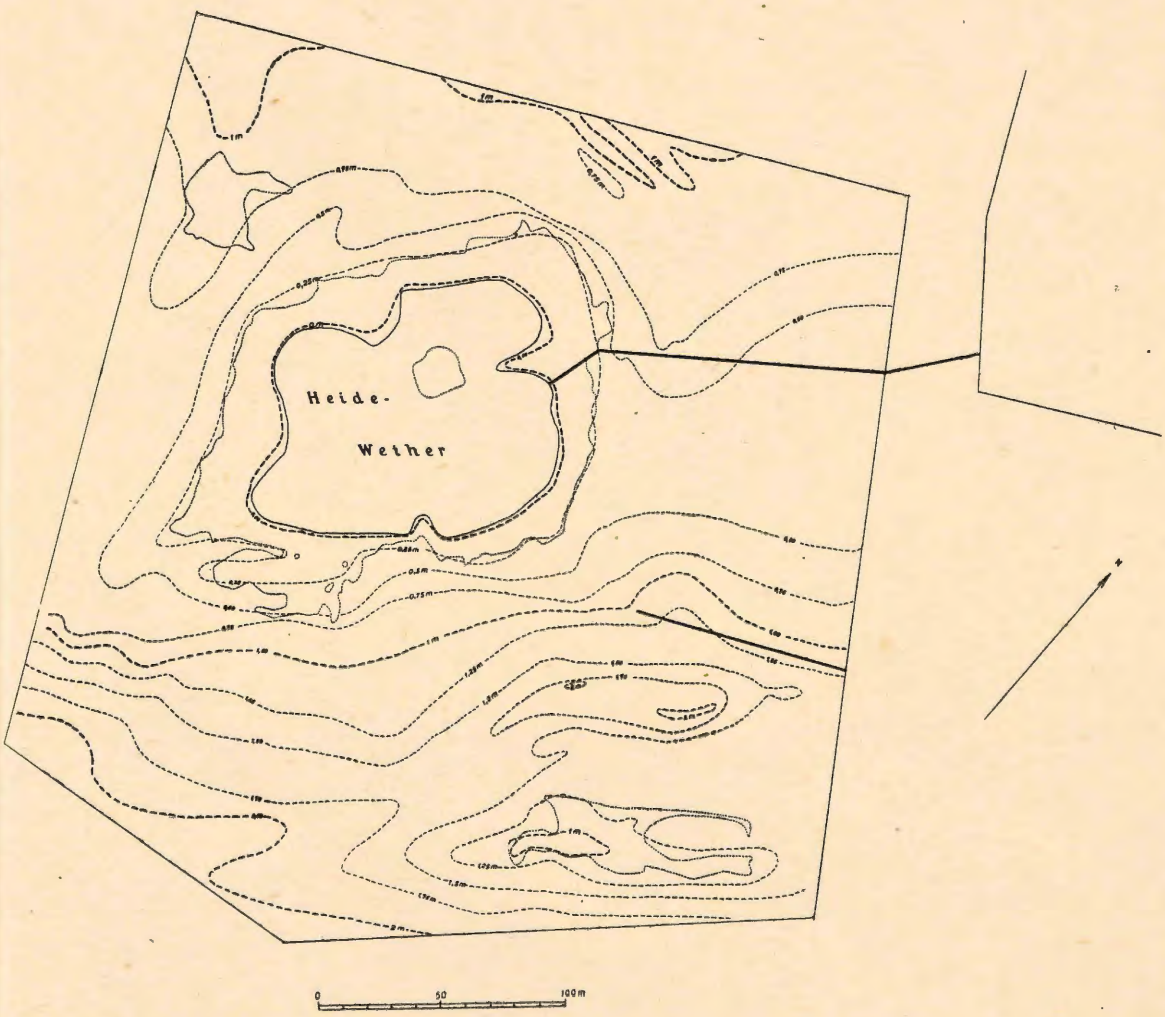
Tafel 1: Übersichtskarte der Senkungszone des Heiligen Meeres (Heilig-Meer-Zone) im nordwestlichen Vorraum des Ibbenbürener Schafberg-Plateaus (Südostecke der Karte). Maßstab ca. 1:24000. Höhen über NN. — Weite Punktierung: Flachsenken der Gruppe A (Typen 1-5). Enge Punktierung: Steilsenken der Gruppe B (Typ



Tafel 2: Topographische Karte des Naturschutzgebietes am Großen Heiligen Meer. Maßstab 1 : 4 000. — Topographische Aufnahme: B. NIEMÖLLER (1941); Vermessung des Großen Heiligen Meeres: FR. & W. LOTZE (1949). — Die Höhen beziehen sich auf die Umrandung des Großen Heiligen Meeres als O-Linie.



Tafel 3: Topographische Karte des Naturschutzgebietes am Erdfall-See. Maßstab 1:3000 — Topographische Aufnahme: W. LOTZE; Vermessung des Erdfall-Sees: FR. u. W. LOTZE (1949). — Die Höhen beziehen sich auf eine angenommene O-Linie am Ufer des Erdfall-Sees.



Tafel 4: Topographische Karte des Naturschutzgebietes am Heide-Weiher. Maßstab 1 : 3 000. — Topographische Aufnahme: W. LOTZE (1949). — Die Höhen beziehen sich auf eine angenommene O-Linie in der Umrandung des Heide-Weihers.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: 18_1_1956

Autor(en)/Author(s): Lotze Franz

Artikel/Article: Zur Geologie der Senkungszone des Heiligen Meeres (Kreis Tecklenburg) 1-36