

24.272<sup>80</sup>

*Leopold Geyer*  
*empf.*  
Überreicht vom Verfasser *1. 180*  
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. in Leipzig *24272*



## Die neuen Geoide.

Von  
**Robert Schwinner, Graz.**

(Mit 4 Figuren.)

**Zusammenfassung:** Die Geoide, welche ACKERL und HIRVONEN berechnet haben, sind sozusagen eines das Negativ des anderen. Bei ACKERL sind die Kontinente + (= Hebung des Geoides übers Niveausphäroid), die Ozeane — (= Senkung); bei HIRVONEN ist's umgekehrt, wobei weiter die Undulationen in der Darstellung ACKERLS etwa ebensoviel Hunderte von Metern ausmachen wie Zehner bei HIRVONEN. Ursache: ACKERL reduziert nach PREY, HIRVONEN dagegen nach „Freiluft“-Methode, und er setzt überhaupt Isostasie voraus, während die Darstellung ACKERLS ungefähr einem nicht kompensierten Relief entspricht. Aber trotz dieses in seinen Grundlagen noch strittigen prinzipiellen Gegensatzes ist aus beiden Darstellungen gleichermaßen zu folgern, daß ein dreiachsiges Ellipsoid zur Approximierung der Erdfigur sich nicht eignet. Der größere Teil der Erdoberfläche weicht vom Rotationssphäroid unwesentlich (unsystematisch) ab, auf einer Seite nur ist eine riesige „Delle“, der Stille Ozean. Seine Sonderstellung ist geophysikalisch und geologisch begründet. Er dürfte nicht bloß isostatisch kompensiert, sondern sogar überkompensiert sein. Hier jedenfalls passen die Annahmen HIRVONENS, dessen Darstellung auch in einigen Einzelheiten (Skandinavien, Landbrücken usw.) den Geologen mehr anspricht.

**Summary:** The geoids calculated by ACKERL and HIRVONEN are, so to say, one the negative of the other. With ACKERL the continents + (= elevation of the geoid over the level-spheroid), the oceans — (= depression); with HIRVONEN it is the contrary, besides the undulations in ACKERL's representation make as many hundreds of meters as they make tens in HIRVONEN's. The reason: ACKERL reduces in conformity with PREY, HIRVONEN on the contrary according to the "free-air"-method; he however presumes isostasy, while ACKERL's statement corresponds to a not compensated relief. In spite of this contrast of principles being still questionable in its foundations, we likewise can deduct from both statements that an ellipsoid with 3 axes is not fit for the approximation of the figur of the earth. The larger part of the surface of the earth differs only unessentially (unsystematically) from the rotation-spheroid and at one side only is an enormous through, the Pacific ocean. Its remarkableness is geophysically and geologically proved. It is not only isostatically compensated but it may even be overcompensated. Here at any rate HIRVONEN's hypothesis is adequate, whose statement is more conforme also in its details (Scandinavia, connecting land bridges, and so one) to the geologist.

Geol.B.-A. Wien



0 000001 117332

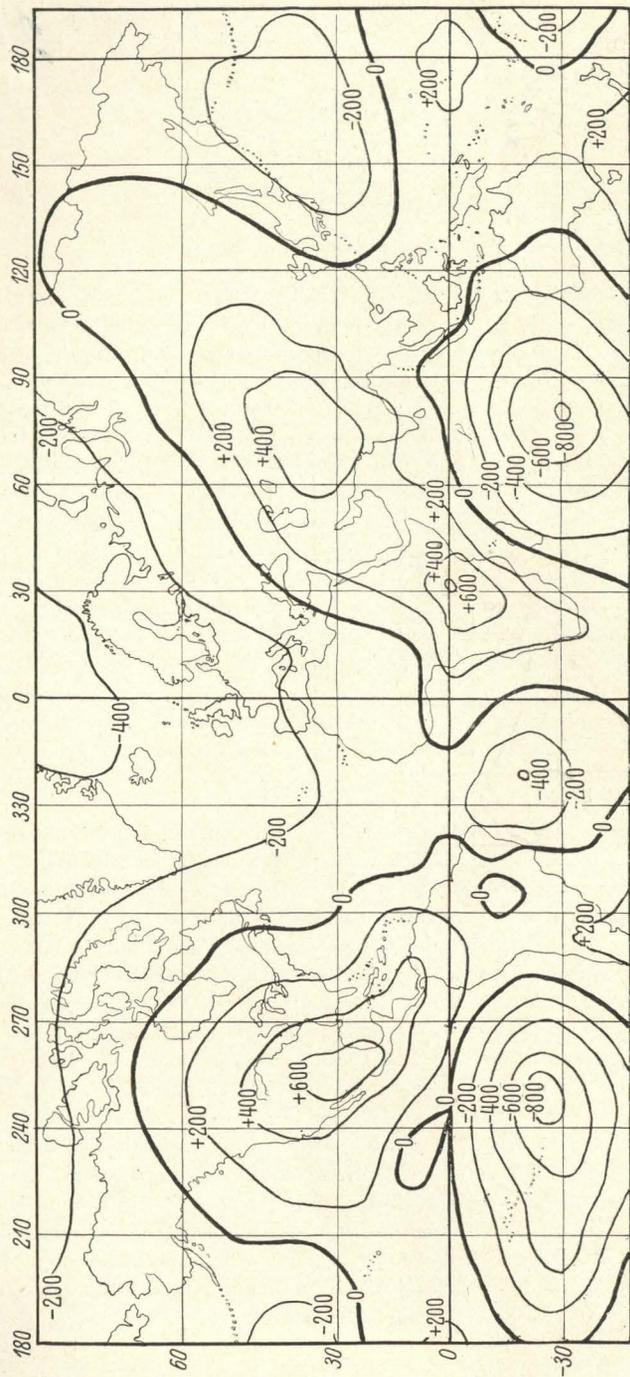


Fig. 1. Das Geoid nach ACKERL. Isohypsen seiner Erhebung übers Niveausphäroid im Abstand von 200 m.

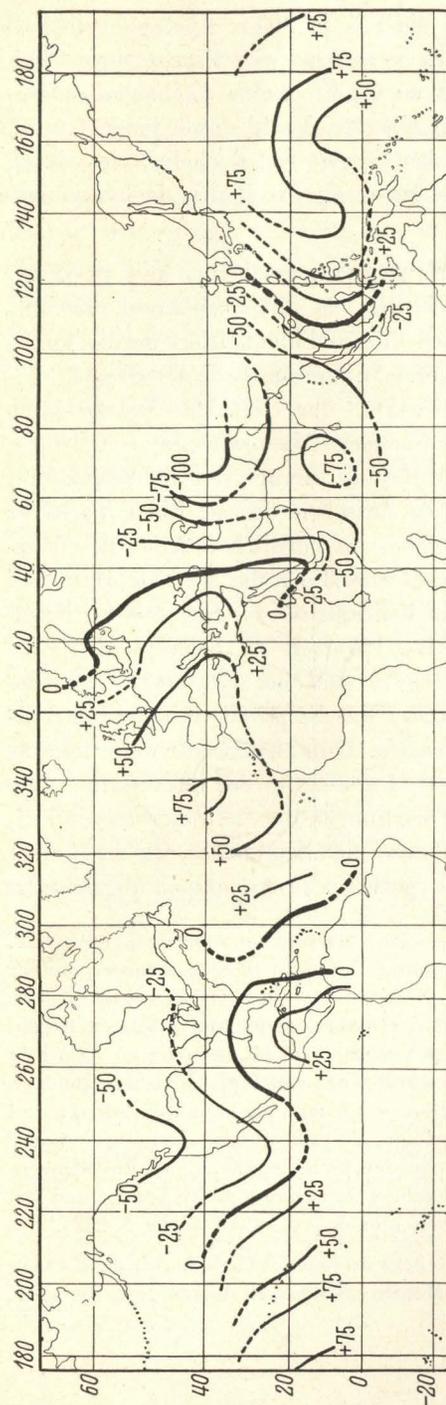


Fig. 2. Das Geoid nach HIRVONEN. Isohypsen seiner Erhebung über dem internationalen Ellipsoid von HAYFORD im Abstand von 25 m.

Probieren geht über Studieren. Nach den langen, schwierigen und nicht völlig befriedigenden Diskussionen über die abstrakten Probleme der Potentialtheorie ist lebhaft zu begrüßen, daß eines der hauptsächlichsten Ergebnisse, das Geoid, nunmehr in anschaulicher Form vorgelegt wird, und zwar von allen beiden Hauptstreit-Teilen<sup>1)</sup>. Nun ist auch den Laien — und als solche müssen wir Geologen uns wohl bekennen — möglich zu überblicken, wohin die verschiedenen theoretischen Anschauungen führen. Um beide Darstellungen vergleichbar zu machen, habe ich sie auf gleichen Maßstab und gleiches Gradnetz umgezeichnet. Bei ACKERL wurden einige Vereinfachungen vorgenommen,

<sup>1)</sup> ACKERL, F., Die Bestimmung der mathematischen Erdfigur aus Schwerkraftmessungen. (Mit 2 Karten.) *Peterm. Mitt.* **79** (1933) 173—175 u. Taf. 12.

HIRVONEN, R. A., Über die kontinentalen Undulationen des Geoides. *Vorläufige Mitteilung. Gerl. Beitr. Geophys.* **40** (1933) 18—23, mit 1 Figur.

24-2728

nämlich von den Isohypsen nur die mit je 200 m Abstand beibehalten, und die Polargegenden, wo die Verzerrung der Mercatorprojektion störend wirkt, weggelassen. HIRVONEN hatte keine flächenhafte Darstellung beabsichtigt, sondern nur eine Art Profil durch jenen Gürtel, der mit Schwerestationen reichlicher besetzt ist; doch ließ sich durch Übertragung seiner Tabelle in die Karte ein Streifen in Isohypsendarstellung gewinnen<sup>1)</sup>.

In der Darstellung von HIRVONEN erscheinen mit positiven Werten (= Erhebung des Geoides über ein Niveausphäroid, das mit dem internationalen HAYFORDSchen Ellipsoid identifiziert werden kann) bis zum Betrage von + 85 m ausgezeichnet große Teile der Ozeane, besonders aber auch die „Mittelmeere“, der Golf von Mexiko samt dem Karibischen Meer; das Südchinesische Meer samt Java-, Celebes-, Banda-See, und das Lateinische Mittelmeer derart, daß Schwarzes und Rotes Meer daran angehängt sind. Zwischen diesem Block positiver Werte und jenem, der per analogiam im nördlichen Atlantik zu erwarten ist, verschwindet in dieser Darstellung die schmale Halbinsel des eigentlichen Europa, erst der Fennoskandisch-Sarmatische Block vermag sich dagegen mit negativen Werten zu behaupten. Kennzeichnend für die Kontinentaltafel sind bei HIRVONEN negative Werte (= Senkung des Geoides unter das Sphäroid) mit den extremsten Beträgen (— 115 m) in Hochasien. Bemerkenswerterweise kommt selbst in dieser grobschematisierten Darstellung ein interessantes Detail zum Ausdruck, die aus den Forschungen der indischen Geodäten<sup>2)</sup> bekannte „Hidden Range“, und zwar ziemlich ebenso, wie sie in dem aus den Lotabweichungen ohne hypothetische Annahmen abgeleiteten

<sup>1)</sup> Eine flächenhafte Ergänzung wäre aber sehr zu wünschen, welche H. bei der einmal eingerichteten Rechnung vielleicht liefern könnte. Meiner Schätzung nach dürften fast 25 Netzkpunkte (der 10°-Vierecke) noch innerhalb des durch Messungen einigermaßen gedeckten Raumes liegen. Noch besser wäre, den ganzen Streifen von 30° Süd bis 50° oder 60° Nord zu berechnen. In jenen weiteren Ziffern würde wohl viel Hypothetisches stecken, aber man kann Hypothesen nur prüfen, wenn man sie ganz durchdenkt und bis in ihre letzten Konsequenzen verfolgt. Nur dann wäre eine eingehendere Vergleichung mit ACKERL möglich, der sich nicht gescheut hat, die Schwere in den unbekanntenen Regionen nach seinen Annahmen zu ergänzen, und ich glaube, das Interesse würde die Arbeit lohnen (vgl. dazu unten S. 219).

<sup>2)</sup> Survey of India, Geodetic Report 5 (1930). Chart. X. J. de GRAAFF HUNTER, The hypothesis of Isostasy. Monthly Notices R. Astron. Soc. Geophys. Suppl. 3 (1931). Nr. 1.

Geoid<sup>1)</sup> erscheint, nämlich als ein über die benachbarten Teile des Geoides um 20—30 m erhobener Rücken; etwa von der Indus- zur Ganges-Mündung durchziehend zwischen den Minusgebieten, welche dem jungen Gebirgssystem im Norden und dem alten Gebirge der eigentlichen Halbinsel südlich der „Hidden Range“ zugeordnet sind. Von den indischen Daten weicht einigermaßen ab, daß bei H. sowohl bei Ceylon als westlich nahe bei den Lakkadiven so nahe Minuswerte erscheinen<sup>2)</sup>. Man kann im ganzen den Eindruck gewinnen, daß von der Südspitze Vorderindiens ein Strich mit „kontinentalem Charakter“ gegen SW ins Meer hinausziehe — in der Richtung auf Madagaskar zu! Diese Vermutung wird dadurch gestützt (abgesehen von der später zu besprechenden ähnlichen Führung der Isohypsen in der vollständigen Karte von ACKERL, vgl. S. 218), daß in ähnlicher Weise ein Streifen mit negativen Werten von der Ostküste der Vereinigten Staaten über Haiti und die Kleinen Antillen gegen Südamerika zieht<sup>3)</sup>, eine Verbindung, welche ebenso wie Vorderindien—Madagaskar dem Geologen als in der Paläogeographie vielberedete „Landbrücke“ bekannt ist. In Insulinde sind die Daten HIRVONENS zu spärlich. Aber nachdem VENING MEINESZ einen Streifen bedeutender Minderschwere am Außenrand des Bogens Sumatra—Java—Celebes kennen gelehrt hat, muß man annehmen, daß in HIRVONENS Geoiddarstellung ein ähnlicher Verbindungsstreifen mit negativen Werten hier von Indien nach Australien durchgegangen wäre. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß ein Streifen des Stillen Ozeans an der Küste von Kalifornien ab nordwärts die negativen Werte des nordwestlichen Nordamerika zu

<sup>1)</sup> „Natural Geoid“; GRAAFF HUNTER ebendort S. 45: „No hypothesis is involved“.

<sup>2)</sup> GLENNIE, E. A., Gravity anomalies and the structure of the Earth's Crust. Surv. of India, Prof. Paper No. 27, Geodetic Branch Office, Dehra Dun 1932, p. 2: Der dort erwähnten „excess mass under the sea and under Ceylon“ müßte wieder ein Ansteigen des Geoids entsprechen, aber vielleicht ist dies nur lokal. Wäre jedenfalls zu untersuchen.

<sup>3)</sup> Ob diese Streifen ihre „kontinentale“ Charakteristik behalten werden, wenn später einmal dort Schwerestationen reichlicher zur Verfügung stehen werden? Wenn ja, würde das für „Landbrücken“ in der heutigen Lage sprechen, und gegen „Epeirophorese“ (im Sinne ALFRED WEGENERS), bei welcher die Spur der auseinander triftenden Kontinentalschollen in der Massenverteilung ganz anders charakterisiert sein müßte als die Sial-Schollen selbst. Mit der Fließtheorie von GUTENBERG könnte es aber vielleicht doch in Einklang gebracht werden.

teilen scheint, eine Eigentümlichkeit, für die eine geologische Beziehung nicht angegeben werden kann.

Die Darstellung von ACKERL ist so ziemlich die genaue Umkehrung der von HIRVONEN gegebenen. Bei ihm erscheinen die Meere negativ, als Senkungen des Geoides gegenüber dem Niveausphäroid, und zwar um große Beträge, viel größer als bei HIRVONEN, — 800 m im südlichen Stillen und Indischen Ozean; dagegen erscheinen die Kontinente positiv, als Hebungen des Geoides, und zwar um + 600 m in Mexiko und um + 500 m in Hochasien. In der Linienführung der Isohypsen ergeben sich aber zwischen diesen beiden so gegensätzlichen Darstellungen manche überraschende Parallelen. Wieder erscheint bei ACKERL der nördliche Indische und der Nordostrand des Stillen Ozeans an die benachbarten Kontinente angeschlossen; wieder verschwindet Europa in den beiden angrenzenden Meeresgebieten. Jedoch die dem Geologen sympathische Sonderstellung, welche Fennoskandien-Sarmatien bei HIRVONEN hatte, findet sich bei ACKERL nicht wieder. Auch die beiden „Landbrücken“ kommen hier weniger charakteristisch heraus: es erstreckt sich das Hochgebiet von Nordamerika breit nach Südamerika, über die Mittelmeere weg, und das Hochgebiet von Hochasien verlängert sich einerseits breit und ohne weitere Gliederung über Indischen Ozean, Arabien, Rotes Meer nach Ostafrika einschließlich Madagaskar, und andererseits breit quer über die malaiische Inselwelt und die darin eingebetteten Mittelmeere nach Australien und von dort weiter nach Neuseeland, aber auch von Neuguinea ostwärts bis Nordamerika. Besonders für letzteren Strich ist geologisch schwer eine Erklärung zu finden. (Vgl. auch S. 223, Anm. 1.)

Wieso konnten diese zwei Darstellungen so gegensätzlich ausfallen? In der Formel von STOKES, die HIRVONEN als Grundlage seiner Rechnung angibt (S. 18) und welche, in einer Umformung, auch ACKERL (S. 173) benutzt hat, steht die „Schwereanomalie“  $\Delta g$  als Multiplikand. Nun verwendet HIRVONEN die Freiluftreduktion<sup>1)</sup>, ACKERL dagegen reduziert nach PREY, darum werden die  $\Delta g$  bei diesen beiden Autoren meistens entgegengesetztes Vorzeichen haben, und ebenso natürlich die Summen, deren Glieder diese  $\Delta g$  als Faktor haben. Und daß die Größenordnung der Undulationen bei ACKERL ebenso viele Hunderte als bei HIRVONEN Zehner von Metern beträgt, erklärt sich daraus, daß HIRVONENS Verfahren sich auf die Annahme

<sup>1)</sup> Diese ist gerade für diese Rechnung auch von JEFFREYS vorgeschlagen worden [Gerl. Beitr. Geophys. 36 (1932) 207].

weitgehender Isostasie gründet, in welchem Falle das Geoid viel weniger uneben sein muß, als wenn das Relief dem Erdball unkompensiert aufgesetzt wäre, welch letzterem Fall etwa die Darstellung ACKERLS entspricht<sup>1)</sup>.

In gewissen Einzelheiten („Hidden Range“, Landbrücken, Mittelmeere, skandinavischer Schild) scheint die Darstellung HIRVONENS — wenigstens für den Geologen — ansprechender als die ACKERLS. Das hängt nicht so sehr mit dem grundsätzlichen Unterschied in der Auffassung beider zusammen, sondern wahrscheinlich unmittelbar mit den Ziffern, welche die Autoren in die Lücken unserer Kenntnis von der Erdschwere — es ist das leider der größere Teil der Erdoberfläche — einsetzen. Das ist natürlich Gefühlssache, doch sind gegen die Ergänzungen, die ACKERL verwendet, schon von anderer Seite und aus anderen Gesichtspunkten Einwände erhoben worden<sup>2)</sup>. HIRVONEN gründet seine Ergänzung auf die Hypothese, daß in den unbekanntem Gebieten isostatisches Gleichgewicht herrsche, und das gibt anscheinend in solchen Details günstige Resultate. (Zu einer abschließenden Beurteilung sollten allerdings die HIRVONENSchen Berechnungen auch für größere Flächen oder über die ganze Erde vorliegen. Und überhaupt ist diese ästhetisch-geologische Betrachtung nichts Endgültiges, sie wird gegenstandslos, sobald die weißen Flächen unserer Erdkarten mit Schwerestationen besetzt sein werden.)

Für die Frage, ob die Erdfigur mit Vorteil als dreiachsiges Ellipsoid zu betrachten wäre, sind jene grundsätzlichen Differenzen ohne Bedeutung; sie kann nach dem nunmehr vorliegenden Material von beiden Standpunkten aus gleichermaßen verneint werden. HIRVONEN glaubt allerdings seine Ziffern als beweisend für die Elliptizität des Erdäquators deuten zu können; das ist aber nur möglich, weil sein Schwerprofil sich auf die Nordhalbkugel beschränkt. Den Schwerpunkt von Eurasien können wir etwa auf 80° (Länge östlich von Greenwich) schätzen, den des nördlichen Pazifik auf 180°, den von Nordamerika auf 260° und den des nördlichen Atlantik auf 330°. Es sind also die +- und --Oberflächenmassen wirklich kreuzweis und fast rechtwinklig gegeneinander verteilt, und das muß in jeder Schwere-rechnung zur Geltung kommen, kann auch durch Elliptizität immer

<sup>1)</sup> ACKERL (S. 175) hebt ausdrücklich hervor, daß seine Ergebnisse „eher gegen als für eine isostatische Lagerung in der Erdkruste sprechen“.

<sup>2)</sup> JUNG, K., Zur Abschätzung von Geoidundulationen und Abplattung. (Ergänzungen und Verbesserungen zu F. ACKERL, Das Geoid.) Gerl. Beitr. Geophys. 36 (1932) 212—239.

approximiert werden. Das ergibt sich auch aus der Karte von ACKERL, wenn man aus dieser die Nordhalbkugel für sich allein betrachtet, nur daß natürlich die große Achse bei ACKERL dort läge, wo bei HIRVONEN die kleine ist: im Felsengebirge und am Pamir. Schon mit der Südhalbkugel für sich allein geht das gleiche Spiel nicht. Die Mittellinien sind schätzungsweise für Südafrika  $25^\circ$ , Australien  $135^\circ$ , Südamerika  $295^\circ$ , also die Abstände der  $+$ -Massen  $110^\circ - 160^\circ - 90^\circ$ , was in einem Ellipsoid unterzubringen gewiß nicht vorteilhaft wäre. Betrachten wir nun beide Halbkugeln zusammen nach der Karte ACKERLS oder nach HIRVONEN, wenn wir auch da die Annahme machen, daß Ozeanbecken und Kontinentaltafeln auch in seiner Darstellung im nicht berechneten Teil sich durchschnittlich so verhalten würden wie im berechneten, nämlich gegensätzlich. Da trifft — im gleichen Meridianstrich zusammengezogen (so wie es HIRVONEN mit der Nordhalbkugel für sich allein getan hat) — das Fest- und Hochland Nordamerikas auf den SO-Pazifik, Südamerika auf den NW-Atlantik; nur um  $285^\circ$  könnte man vielleicht sagen, daß eine schmale Landrippe zusammenhängend von Nord nach Süd durchlaufe; dann bleibt um  $330^\circ$  ein Streifen Atlantik einheitlich, der NO- und der SO-Atlantik ist aber mit Europa und Westafrika zu einem Mittel zu vereinigen; dann gibt es wieder auf  $25^\circ$  einen langen ziemlich zusammenhängenden Landstreifen zwischen beiden Kaps (der Guten Hoffnung und Nordkap); Hochasien fällt auf den Indischen Ozean; als längeren Landmeridian könnte man dann noch  $120^\circ$  bezeichnen, und zwischen  $150^\circ$  und  $240^\circ$ , ein voller Quadrant, ist reiner Ozean, und zwar im Norden wie im Süden! Vermutlich werden in jeder Darstellung der Massenverteilung, der Schwere und der Geoiderhebung die Anomalien, jeweils auf dem gleichen Längengrad gemittelt, sich zum großen Teile gegeneinander aufheben, und wenn von dieser großen Gliederung des Erdreliefs her noch Maxima merklich bleiben, so dürften das drei sein, und sie müssen jedenfalls alle auf einem und demselben Halbkreis des Äquators liegen. Eines allerdings tritt bei dieser Mittelung erst recht heraus, die überwältigende Ausdehnung des Stillen Ozeans. Die anderen Unregelmäßigkeiten stören das Kreisrund unbedeutend, aber dort ist eine große Delle! Natürlich kann man auch hier immer eine mittlere Ellipse legen, und dann wird pünktlich die maximale Abweichung und die mittlere Abweichung und die Quadratsumme der Abweichungen kleiner sein als die vom Kreis. Mit der Realität, mit der wirklichen Massenverteilung und dem, was sich daraus ableitet, hat dieses rein formelle Rechnungsergebnis kaum etwas zu tun.

Nach dem Relief, nach der Verteilung der oberflächennahen Massen in bezug auf die Rotationsachse, zerfällt der Erdball nur in zwei Teile von gegensätzlichem Verhalten: den Stillen Ozean und das übrige. Daß dieser Gegensatz auch tiefer begründet ist, dafür liegen weitere Daten aus Geophysik, Petrographie und Geologie vor. Die seismischen Untersuchungen im einzelnen zu diskutieren, ist hier nicht der Platz, es mag auch noch manches davon nicht völlig gesichert sein; aber das steht heute schon außer Zweifel, daß der Raum des Stillen Ozeans in seismischer Beziehung eine Sonderstellung gegenüber der ganzen übrigen Erdoberfläche einnimmt. Die Materialeigenschaften, welche man aus den seismischen Daten für den Boden des Pazifischen Beckens berechnet hat, sind die von basischen Massengesteinen. Dazu stimmt recht gut, daß alle Laven, die in diesem Bereich — abgesehen von seinem Rand — gefördert worden sind, als basisch bis äußerst basisch bezeichnet werden können. Direkte Belege für die geologische Entwicklung sind in dem ungeheuren Meeresraum naturgemäß schwer zu finden; man hat aber heute aus anderen guten Gründen ziemlich allgemein die Überzeugung von der Permanenz des Pazifik gewonnen, d. h. daß dieser seit Beginn geologischer Zeitrechnung und gegenüber all den Umwälzungen, welche seitdem sonst das Antlitz der Erde umgestaltet haben, sich unverändert<sup>1)</sup> als großes Meeresbecken erhalten habe. Die Eigenart des pazifischen Gebietes ist im Stoffbestand seines Untergrundes verankert<sup>2)</sup> und kann durch mechanische Beeinflussung nicht geändert werden.

<sup>1)</sup> „Die ungeheure Scholle dieses Meeresbeckens liegt wohl seit vorkambrischer Zeit starr, ohne Faltungen . . ., sie ist niemals über den Meeresspiegel gehoben gewesen . . ., ihr Boden liegt ausnehmend eben, ohne große Reliefunterschiede über Millionen und Millionen von Quadratkilometern.“ (SCHAFER, F. X., Geol. Länderkunde, I. Lief. 1930, S. 7.) Wenn Randgebiete in die Umwälzungen der benachbarten Kontinente einbezogen worden, z. B. von Australien bis zur Tonga-Kermadec-Linie, ein Gebiet übrigens, das auch stofflich (Andesite, saurer) abweicht (vgl. MARSHALL, P., Ozeania, Handb. Reg. Geol. 1911, 32. H. 9.) — so hebt das durch den Kontrast die Standhaftigkeit des großen Hauptbeckens nur noch mehr hervor. Dagegen hält man einen gesamt-pazifischen Kontinent, wie ihn HAUG gezeichnet hatte, für keine geologische Periode mehr möglich.

<sup>2)</sup> Die beste (eigentlich einzige diskutierbare) Hypothese über die Entstehung dieser Eigenart ist die von G. H. DARWIN (Mondablösung). Daß, wie bemängelt worden ist, die Rechnung nicht ganz schlüssig ist, damit ist sie in bester geophysikalischer Gesellschaft: Kosmogonie, Wärmebilanz, magnetisches, elektrisches Feld der Erde usw.; eher muß man mißtrauisch werden, wenn eine geophysikalische Rechnung zu genau zu stimmen scheint.

Wenn derart fast unmittelbar unterm Meeresboden im Pazifik schweres basisches Gestein liegt, wie es unter den leichteren saueren Gesteinen der Kontinentaltafeln erst in beträchtlicher Tiefe (mindestens 20—30 km) anzutreffen ist, erscheint das Massendefizit der Hohlform<sup>1)</sup> in gewissem Ausmaß kompensiert. Es gibt Anzeichen, daß es sogar überkompensiert ist. Man stelle sich zunächst vor (Fig. 3a), daß ein Meeresbecken in einheitliches Gestein eingeschnitten sei. Dann wird — der Vereinfachung wegen gleich hydrostatische Druckverteilung vorausgesetzt — der Druck proportional der darüberliegenden Gesteinsäule wachsen, er wird also im gleichen Niveau unter Festland immer größer sein als unter Meer, und zwar, wenn einmal die Tiefe des Meeres überschritten ist, um einen konstanten Betrag. Die dagegen wirkende Festigkeit kann lange ebenfalls als konstant angesehen werden. Bei einer gewissen Tiefe (= Temperatur!) nimmt sie schnell ab. Frei tragende Gesteinssäulen könnten überhaupt nicht viel über 6—7 km bestehen, in jener „zone of rock flowage“ (VAN HISE) ist die Festigkeit sicher geringer als der Druck: dort wird ein Abströmen vom Festland zum Meer, dem Druckgradienten folgend, entstehen. Die Kontinentaltafel gerät dadurch unter Zug — bei äußerst geringer Zugfestigkeit — und reißt, vermutlich nicht allzuweit von ihrem Küstenrand entfernt: das könnte ein Modell der ostafrikanischen Gräben sein. Stehen aber als Festland und Ozeanboden Sial und Sima gegeneinander (Fig. 3b), so nimmt der Drucküberschuß unter Land nur bis zur Tiefe des Meeres zu, weiter nach der Tiefe zu nimmt er wieder ab, weil nun im schwereren Sima der Druck schneller mit der Tiefe wächst als im Sial des Kontinentes. Im Falle der Überkompensation wird sich der Gradient schließlich sogar umkehren, in den untersten Schichten, der Fließzone — basische Gesteine schmelzen niedriger und erweichen daher früher als saure, daher wird dies ein wenig über der Tiefe des Bodens des Kontinentalblockes sein (s. Fig. 3b) — wird daher ein Druckgefälle vom Meer zu Land bestehen, und schließlich eine Strömung in dieser Richtung in Gang kommen. Diesmal kommt der Ozeanboden unter Zug, reißt, wieder nicht weit von der Küstenrandzone, und so bildet sich ein Tiefseegraben. Tatsächlich ist der Stille Ozean rundum von diesen merkwürdigen Gebilden umsäumt. Danach würden wir schließen, daß

Übrigens kann man mit einer plausiblen Hilfsannahme das in Ordnung bringen [vgl. SCHWINNER, R., Astrophysikalische Grundlagen der Geologie. Mitt. Geol. Ges. Wien 19 (1926) 140—149].

<sup>1)</sup> Relativ verstanden, der Sinn der Krümmung ist hier gleichgültig.

sein Gebiet nicht bloß isostatisch kompensiert, sondern überkompensiert ist, und die Annahmen HIRVONENS wären in diesem Bereich gerechtfertigt. Über die Realität all dieser Vorstellungen ist allerdings erst

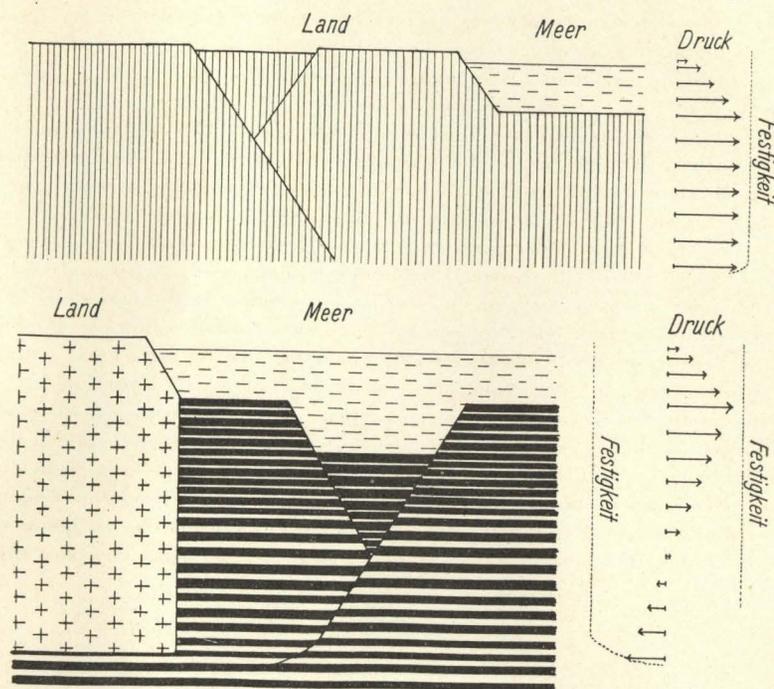


Fig. 3a und b. Druckverteilung an Küsten (schematisch, auf maßstabtreue Zeichnung wurde nicht abgestellt) und die dementsprechende Tektonik (für die Grabenbildung wurde das einfachste, viel beobachtete Modell, die Y-Verwerfungen eingesetzt). Rechts vom Profil schematisch die Druckkomponenten im betreffenden Niveau, daneben (punktierte Linie) die Festigkeitsgrenze des Materiales.

3a. Relief eingeschnitten in einheitliche Kruste, Übergewicht an Land, in der Fließzone Schub vom Land zum Meer, am Festland Zerrgraben.

3b. Kontinentalscholle Sial, flottierend in Sima, das bis zum Ozeanboden emporreicht. Übergewicht am Meer, in der Fließzone Schub vom Meer zum Land, Entstehung eines Tiefseegrabens durch Zerrung.

dann zu entscheiden, wenn einmal genug Schweremessungen vorliegen werden<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Auch ACKERL hat für den Pazifik ausgedehnte Gebiete mit Überschwere berechnet und in seiner „Karte der wahren Schwerkraftstörungen“ dargestellt. Darauf möchte ich hier lieber nicht Bezug nehmen,

denn es ist schwer möglich, deren Isanomalenzeichnung mit einer geologischen Diskussion in Korrelation zu bringen. Da findet sich z. B. angegeben: ein breiter meridionaler Streifen mit Überschwere von Kamerun bis Jütland; ein schmaler Streifen von den Nilquellen bis zum Onegasee hat Minder schwere, die sich dann westwärts über Skandinavien, ostwärts von der Krim gegen Innerasien ausbreitet; Überschwere hat wieder ein breit dreieckiges Gebiet Somaliland—Bagdad—Bombay; wieder ein meridionaler Streifen Minder schwere vom Kap Comorin bis zum Balkaschsee, die sich dann von dort ausbreitet, nordwärts bis Kap Tscheljuskin und nordostwärts bis Alaska; Ceylon bis Kalkutta und SO-Asien ist wieder überschwer; Insulinde und Westaustralien haben Minderschwere; Ostaustralien, Neuguinea, Neuseeland Überschwere. Wenn man ein Beispiel vollständigen Fehlens jeder Korrelation sucht, so bieten es diese Karte der „wahren Schwerkraftstörungen“ und die geologische bzw. tektonische Karte. Ihre Linien laufen parallel, quer und schief übereinander. Gebirgsbewegungen, welche zu solcher Massenverteilung geführt haben könnten, oder von dieser bestimmt worden wären, sind nicht denkbar. Sehr verdächtig ist auf ACKERLS Isanomalenkarte ein schmales Minimum genau rund um den Äquator — wenn das mit Struktur zu tun hätte, müßte es mit der Mediterrangürtelzone gehen — und ein ebensolcher Minusgürtel genau auf  $50^{\circ}$  südl. Breite; auch in den unregelmäßigeren Linien der Nordhalbkugel ist auf  $50^{\circ}$  viel Minus zu erkennen. Das könnte — wie vielleicht auch die absonderlichen meridionalen Streifen — aus der Kugelfunktionenentwicklung eingeschleppt sein, die ACKERL (S. 173 scheint das zu besagen) verwendet hat; mit dem wirklichen Bau der Erde hat das sicher nichts zu tun.

---