

# Das salzfreie Urmeer und seine Consequenzen für den Darwinismus.

Von

R. Hörnes,

Professor der Geologie an der Universität Graz.



Unter diesem Titel erschien im Oktober-Heft dieser Zeitschrift ein Aufsatz von Herrn Dr. Otto Kuntze, in welchem der Beweis versucht wird, daß das „Urmeer“ bis nach der Steinkohlenperiode salzfrei gewesen sei und daß die zum Theil riesigen Pflanzen der Carbonformation auf demselben einen schwimmenden Rasen gebildet hätten. Wenn nun auch die Hypothesen Kuntze's theilweise bereits durch die redaktionellen Bemerkungen widerlegt erscheinen, halte ich es doch für geboten, alle jene Argumente und Bedenken, welche gegen die Annahme eines salzfreien Urmeeres ins Feld geführt werden können, in Kürze zusammenzustellen, um die Unzulässigkeit der Voraussetzung, es sei der Salzgehalt des Meeres erst nach der Kohlenformation durch Auslaugung der Massengesteine entstanden, darzulegen. Es wird hierbei nicht nothwendig sein, auf die heute noch kaum mit Sicherheit zu lösende Frage nach den Evolutionsverhältnissen der großen Gruppen des Pflanzenreiches einzugehen; ich vermöchte

dies auch kaum, da meine bisherigen Studien dieser Richtung fern liegen. Nur meine bescheidenen Zweifel möchte' ich äußern, ob wirklich vollgültige Beweise für diese Decezenz in der von Kuntze behaupteten Art und Weise erbracht werden können. Ehe dies aber der Fall ist, erscheinen so gewagte, mit den bisherigen Erfahrungen der geologischen und paläontologischen Forschungen in geradem Widerspruche stehende Annahmen, wie die des salzfreien Urmeeres, zum Mindesten als überflüssig.

Doch es sei gestattet, positive Einwendungen gegen Kuntze's Ausführungen zu machen, indem wir denselben Schritt für Schritt folgen. Zunächst haben wir die Natur größerer Kohlenablagerungen zu erörtern. Kuntze behauptet, der Typus der Kohlenpflanzen sei schwimmend, die Reste der Sigillarien und Lepidodendren entbehrten der Wurzel und die bis nun als solche betrachteten Stigmarien seien Schwimmorgane, weil sie Blätter trugen. Ganz richtig bemerkt hiergegen die Redaktion, daß dicht beblätterte Rhizome in lockerer Wald-

erde vorkommen und wohl auch für die Sumpfvvegetation der Kohlenperiode angenommen werden können. Es läßt sich noch die Frage beifügen, wie es denn mit der Annahme schwimmender Rhizome übereinstimme, daß man die Stigmarien in den Kohlenlagern zumeist in den tauben, sandigen und mergeligen Zwischenmitteln findet; — eine Thatsache, auf welche wir später noch ausführlicher zurückkommen müssen.

Kunze führt ferner die große Ausdehnung der Kohlenfelder als Argument gegen deren terrestren Charakter an. Ich möchte hierzu bemerken, daß erstlich der Ausdruck „Kohlenfeld“ nicht in dem Sinne zu verstehen ist, als ob continuirliche Kohlen-schichten durch die ganze Region fortließen; im Gegentheil sind weder die Schichten der Kohlenformation, noch in diesen die einzelnen Kohlenflöße continuirlich über jene Tausende von Quadratmeilen ausgebreitet, von denen man so oft spricht, wenn von dem Kohlenreichtum Nordamerikas und Chinas die Rede ist; zweitens giebt es sehr große Landstrecken, in welchen die Kohlenformation nur durch den Bergfalk vertreten ist, dessen gleichzeitige Bildung als marines Aequivalent der produktiven und terrestren Kohlenformation nunmehr über allen Zweifel erhaben ist.

Neben der großen Ausdehnung der Kohlenfelder betont Kunze das häufige Wechsellagern der Kohlenflöße und Sedimentschichten, welche marine Thierreste führen. Dieses oft sehr häufige Wechsellagern (76 mal in den Kohlenlagern von Nova Scotia), sowie die weite Ausdehnung wäre nur dann erklärlich, wenn die Kohlenflora auf dem Meere wald- und wiesenartig schwamm. Man hätte zwei Hypothesen aufgestellt, die beide verwerflich wären. Die erste dieser Hypothesen, welche das Zusammenflößen von Waldbäumen als Ursache der Kohlenbild-

ung hinstellt, erörtert Kunze nicht näher, und mit Recht, da sie kaum zur Erklärung weit ausgedehnter, oft mit tauben Zwischenschichten wechsellagernder Kohlenflöße dienen kann. Doch sind manche Kohlenvorkommen, wie jene von Böhmen, von einer Beschaffenheit, die das Zusammenschwimmen von Pflanzen in größerer Masse voraussetzt. Es entstehen dann mächtige Flöße, die nicht in großer Zahl auftreten und auch nicht sehr weit zu verfolgen sind. Gegen die zweite Hypothese, welche eine Sumpfflora in Aestuarien annimmt und die Wechsellagerung der Sedimente mit Meeresstier-Nesten und der Kohlenflöße durch Oscillationen der Erdoberfläche erklärt, äußert Kunze, daß sich hierbei die Erde öfter (nicht weniger als 76 mal zur Bildung der Kohlenfelder von Nova Scotia) gehoben und gesenkt haben müsse, wie ein Blasebalg, und dies ohne auffallende Schichtenstörung und unter Bildung paralleler Kohlenlager. Diese Hypothese sei eine Multiplication von Unwahrscheinlichkeiten. — Wäre es nothwendig, zur Bildung je einer alternirenden Kohlen-schicht und marinen Zwischenlage eine Senkung und Hebung des Bodens anzunehmen, so müßte man Kunze Recht geben, allein dies ist keineswegs der Fall, wenn auch so manche Lehrbücher (wie z. B. noch die neueste Auflage von Credner's Elementen der Geologie) die Sache nicht anders darzustellen wissen. Es ist nur eine continuirliche oder langsame Senkung des Bodens nöthig, wie sie in den verschiedensten Perioden der Erdgeschichte und an den verschiedensten Punkten der Erde sicher nachgewiesen werden konnte. Darwin's Theorie der Atollbildung und der Wallriffe beweist für die Südsee eine lange, außerordentlich langsame Bodensenkung, welche den Korallen das Aufwärts-Fortbauen gestattete, während

die Untersuchungen von Richtigofen und Mojssivovic die gleiche Erscheinung zur Erklärung der gewaltigen, stellenweise über 1000 Meter mächtigen Kalk- und Dolomitriffe der Triasperiode in Südtirol in Anspruch nehmen müssen. Zur Erklärung der Bildung paralischer\*) Kohlenfelder benötigen wir nur die Annahme einer solchen langsamen Senkung, durch welche flache, mit reichem Pflanzenwuchs bedeckte Küstestriche unter den Spiegel des Meeres gelangen. Der Pflanzenwuchs wird dann absterben und über dem während der Vegetationsperiode abgelagerten Hauswerk abgestorbener Pflanzentheile, welche sich durch allmälige chemische Veränderung in Kohle umsetzen, kommt eine Schicht von Schlamm und Sand zum Absatz, theils durch die Flüsse vom Festland, theils durch Strömung, Fluth und constante Windrichtung von Seite des Meeres herbeigeführt. So entstehen die tauben Zwischenschichten der Flöze, welche sowohl Thierreste des Meeres als des Festlandes enthalten. Durch diese Anschüttung aber kann, zumal wenn wir uns die Senkung sehr langsam, die Sedimentbildung durch ausströmende Flüsse aber stark vorstellen, der Boden so weit erhöht wer-

\*) Als „paralisch“ bezeichnet Rauman jene Ablagerungen der produktiven Kohlenformation, welche eine größere Zahl einzelner Flöze von geringerer Mächtigkeit besitzen. Es scheint in diesen Fällen, wie oben erwähnt, das Meer durch wiederholte Ueberfluthungen die Vegetation oftmals unterbrochen zu haben, während bei den Ablagerungen im Innern der Binnenländer dieser Proceß weniger gestört war, und daher weniger zahlreiche, aber mächtigere Flöze gebildet wurden. Die Gesamtmasse der Kohle in diesen letzteren, von Rauman als „lymnisch“ bezeichneten Ablagerungen ist jedoch im Allgemeinen stets geringer als jene der paralisch entwickelten Kohlenfelder.

den, daß er einer neuen Vegetationsdecke Platz zu gewähren vermag. Während dieselbe sich ausbreitet, lagert der Fluß sein Sediment vor dem gebildeten Delta im tieferen Wasser ab, die Senkung aber dauert fort, und es wiederholt sich der oben geschilderte Vorgang. Dies Wechsellagerung von Versandung und Uebergreifen des Meeres allein kann zur Erklärung der überaus zahlreichen Wechsellagerungen von Kohle und taubem, aus Sandstein und Mergelschiefer bestehendem Gestein angewendet werden. Die Wechsellagerung aber findet in manchen Kohlenfeldern noch häufiger statt als in jenen von Nova Scotia. Ich erinnere in dieser Hinsicht an das Saarbrücker Revier, in welchem nach Dechen im Westfeld die Gesamtmächtigkeit der Schichten der produktiven Steinkohlenformation 4800 Meter und im Ostfeld 5200 Meter beträgt, wobei in der oberen, kohlenärmeren Abtheilung dieser Schichten, die bis 2000 Meter mächtig ist, auch schon einige bauwürdige Flöze vorkommen, während in der unteren im Westfelde 200 Flöze, zusammen mit einer Kohlenmächtigkeit von 108 Metern, und im Ostfelde 233 Flöze mit 127 Meter Kohle eingelagert sind. In dem theils in Mähren, theils in Oesterreichisch Schlesien gelegenen Ostrauer Revier sind nach Ritter nicht weniger als 370 einzelne Flöze vorhanden, von welchen 117 mit einer Kohlenmächtigkeit von zusammen 109 Meter bauwürdig sind. Andere Beispiele anzuführen mag überflüssig erscheinen; solche wiederholte, äußerst regelmäßige Wechsellager aber können unmöglich durch partielles Untersinken schwimmender Rassen entstehen, wie sie Kunze annimmt. Die aufrechte Stellung, die so häufig bei den Stämmen der Kohlenpflanzen in paralischen Bildungen beobachtet wird, läßt sich zwar zur Noth auch dann erklären,

wenn man mit Kunge ein senkrechtcs Unterfinken derselben annimmt; allein die merkwürdige Regelmäßigkeit, mit welcher die Stigmarien in den tauben Mergelschiefcrn stecken, während die zugehörigen Stämme in die darüber lagernde Kohlenschicht hinein und theilweise noch darüber hinausragen, widerspricht den Kunge'schen Anschauungen vollständig. Die Rhizome stecken thatächlich in dem einstigen Schlamm Boden oder breiten sich an seiner Oberfläche aus. Auch die Eisensteinvorkommen, welche die einzelnen Kohlenflöze ebenso regelmäßig begleiten, als die flözleeren Sandsteine und die Mergelschiefer, stimmen zwar vortreflich mit der sonstigen Analogie der Kohlenbildung und der Sumpf- und Moorvegetation, indem sie deren Kaseisenstein-Bildung im Großen wiederholen; ganz unerklärlich aber werden diese Eisenerze (das sogenannte Black-band der englischen Bergleute) bei der Annahme der Kunge'schen Kohlenbildungshypothese.

Wir sehen also, daß die Art und Weise der Kohlenflözbildung keineswegs mit den Kunge'schen Ausführungen übereinstimmt, aber auch noch zahlreiche andere Thatfachen lassen sich gegen dieselben vorbringen.

Es wird behauptet, daß die Kohlen der Carbonformation deshalb nicht durch Landvegetation hervorgebracht worden sein könnten, weil die Kohlenbildung nicht ununterbrochen und gleichmäßig fortgedauert hat, daß von der Dyas bis Mitte Tertiär eine ungeheure zeitliche Unterbrechung der Kohlenbildung stattgefunden hat. — Hiergegen muß bemerkt werden, daß gerade der terrestre Charakter der kohlenbildenden Vegetation geeignet ist, die localen Unterbrechungen zu erklären, daß jedoch im Allgemeinen die Kohlenbildung nicht unterbrochen wurde. In Europa finden wir allerdings nur einige wenige Etagen der mesozoischen Formationen

in terrestrer Entwicklung, doch treten in diesen ziemlich häufige und nicht gerade unbedeutende Kohlenvorkommen auf. Ich erinnere an die Landpflanzen und Kohlenflöze des deutschen Keupers, an die Liaskohlen von Gresten und Fünfkirchen, an die Kohlen der Gosanformation, und verweise auf die Verhältnisse der vorderindischen Halbinsel, welche alle mesozoischen Formationen in terrestrer Entwicklung aufweist.

Als weitere Stütze für seine Hypothese führt Kunge den Untergang der sehr gut geschützten Steinkohlenpflanzen an, von denen er annimmt, daß sie ausgestorben seien, weil sie nur im Meere wuchsen, weil das Meer salzig wurde und weil sie wurzellos und zu groß waren, um auf das Land übersiedeln zu können. — Allein nicht aus diesen Gründen sind die riesigen Pflanzen der Kohlenformation erloschen, sondern aus Ursache der allmäligen klimatischen Aenderung, die sie zum größten Theile nicht ertragen konnten. Bemerkenswerth ist auch das allmälige Erlöschen der Kohlenpflanzen. Die Vegetation der Dyasperiode unterscheidet sich von der Carbonflora hauptsächlich durch den Mangel der Lepidodendren und der Sigillarien, sowie durch das Hervortreten mehrerer Coniferen, allein der Gesamtcharakter der Flora bleibt derselbe, und es ist sogar allenthalben schwierig, zwischen Kohlenformation und Dyas eine scharfe Grenze zu ziehen. Auch die Trias beherbergt noch sehr zahlreiche Gruppen von Steinkohlenpflanzen, wenn auch andere jüngere Typen bereits das Uebergewicht erlangt haben. Das allmälige Erlöschen einzelner Pflanzengruppen und die entsprechende Entfaltung anderer aber bildet wieder einen gewaltigen Stein des Anstoßes für die Kunge'sche Hypothese, welche wohl auch jenen Zeitpunkt anzugeben hätte, der das

Salzigwerden des Meeres und damit das Aussterben der Kohlenflora markirt.

Es wird ferner den schwimmenden Kohlenwäldern zu Liebe behauptet, daß ohne sie den sehr zahlreichen Meeresthieren der ältesten Formationen die Nahrung gemangelt hätte. Kuntze versteigt sich hierbei zu der gewagten Behauptung, daß die heutige Periode viel weniger Meeres-Conchylien (der absoluten Quantität nach) besäße, als die früheren Epochen. Die gegenwärtigen Meere enthielten zu wenig Vegetation, daher beherbergten sie zwar zahlreiche Conchylienformen, aber diese fänden sich sehr selten, während in den Meeren der früheren Epochen wegen der ausgedehnten Vegetation zwar wenig mannigfaltige aber ungemein zahlreiche Conchylien leben konnten. Es ist dies eine so paradoxe Behauptung, wie jene von der Nichtexistenz des Sargasso-Meeres, welches nach Kuntze zufällige Zusammenschwemmung abgestorbener Küstentange sein soll. Die absolute Masse der Conchylien, welche in den jetzigen Meeren leben, läßt sich kaum abschätzen, noch weniger aber läßt sich aus den in den Schichten der Erdrinde eingebetteten Schalen ein Schluß ziehen auf die Menge der Thiere, die zu irgend einer Zeit das Meer belebt haben. Was übrigens die Behauptung anlangt, es hätten die Meeresthiere der ältesten Formationen keine vegetabilische Nahrung gehabt, wenn man von den schwimmenden Wäldern der Kohlenpflanzen absieht, so sei auf die schon in den ältesten Formationen zahlreich vorkommenden Fucoidenreste hingewiesen.

Kuntze betont ferner den ausgeprägten Süßwassercharakter aller älteren Fische, wobei er offenbar das häufige Vorkommen der Flossenstachel und Zähne von Haien und Rochen übersieht. Da diese aber Salzwasserbewohner im wahren Sinne des Wortes

sind, darf wohl auch für die mit vorkommenden Ganoiden (die sich übrigens in so manchen Details ihrer Organisation von den spärlichen recenten Vertretern unterscheiden) angenommen werden, daß sie im salzigen Wasser leben konnten, wie dies ohne Zweifel für die Ganoiden der mesozoischen Formationen vorausgesetzt werden muß, da aus anderen Gründen (Salzlagerstätten) zur Evidenz erhellt, daß das Meer, welches sie beherbergte, salzig war. Ähnlich verhält es sich mit dem von Kuntze behaupteten räthselhaften Fehlen einer carbonischen Landfauna, welche doch mit der bisher vermutheten carbonischen Landflora zusammen kommen müsse. Eine solche carbonische Landfauna aus Reptilien und Amphibien ist jedoch in neuerer Zeit nachgewiesen worden, und ich erinnere in dieser Hinsicht nur an Baphetes, Dendroperon, Cosaurus, Amphibanus, Hylonomus.

In den permischen Kohlenflügen, welche nur schwierig von den echt-carbonischen unterschieden werden können, finden sich die allbekanntesten Reste des Archäosaurus, der doch schwerlich in schwimmenden Wäldern gehaust haben mag, so wenig als seine riesigen Verwandten, die Labyrinthodonten der unteren Trias, deren Fußspuren im Chirotheriensandstein uns deutlich genug sagen, daß sie Landthiere waren.

Als ein weiteres Argument für das salzfreie Urmeer führt Kuntze den Untergang oder das Seltenwerden zahlloser mariner Thiergattungen, beziehungsweise ihre gegen ehemals veränderte Lebensweise, von niedersten Thieren z. B. Korallen, an. Kuntze meint, alle marinen Organismen der ältesten Formationen hätten in salzfreiem Wasser gelebt, und ein Theil wäre dann bei der allmäligen Einführung des Salzes zu Grunde gegangen, ein anderer hätte sich

den geänderten Lebensbedingungen anbequem. — Wunderbar im höchsten Grade wäre dieser Vorgang, denn die meisten Gruppen der marinen Thierwelt sind heute ausschließlich auf das salzige Seewasser beschränkt. Warum, frage ich mit der Redaktion, ist keine einzige Koralle, keine einzige kalkschalige Foraminifere, kein einziger Cephalopode, kein einziger Brachiopode, kein einziges Echinoderm bei dem Salzwerden des Meerwassers in die Flußmündungen hinauf gestiegen? Bei den übrigen Thieren mag das ihrer geringen Beweglichkeit zugeschrieben werden, bei so vortrefflichen Schwimmern, wie den Cephalopoden, erscheint es höchst wunderbar, daß sie sich nicht auf diese Weise vor dem Eingefalzenwerden gerettet haben. Von allen oben angeführten Gruppen wissen wir, daß sie nicht im Stande sind, eine auch nur schwache Ausfüßung des Wassers zu ertragen, sie fehlen allen Ablagerungen, die brackischen Charakter besitzen, vollständig; um so wunderbarer wäre es, wenn sie von Süßwasserthieren abstammen sollten.

Kunze erklärt das Urmeer für salzfrei, während das Salz des heutigen Meeres allmählig durch die Verwitterung der Urgesteine gebildet und durch die Flüsse ins Meer geführt worden sei. Wollte man nun schon die unzulässige Voraussetzung acceptiren, daß das Salz des Meeres lediglich aus der Zersetzung der Natronsilicate der alten Massengesteine herrühre, so müßte man doch behaupten, daß der Salzgehalt des Meeres zur Carbonzeit sich nicht mehr wesentlich von jenem des gegenwärtigen Meeres habe unterscheiden können, denn es ist unstreitig zwischen dem Moment, da zuerst tropfbar flüssiges Wasser auf der Oberfläche unseres Planeten aufgetreten war, und dem Beginn der Kohlenformation, eine unverhältnißmäßig längere Zeit verfloßen, als wir sie an-

nehmen dürfen für die gesammten übrigen Formationen oder Epochen bis zur Gegenwart. Den besten Maßstab für die geologische Zeit liefern uns noch immer die Veränderungen und Entwicklungen der organischen Welt. Ueberblicken wir die Entwicklung derselben zur Silurzeit, so müssen wir zugeben, daß ganz ungeheure, unseren Begriffen unmeßbar erscheinende Zeiträume hierzu nöthig waren. Es kann also das Salz des Meeres nicht erst in der kürzeren Epoche seit der Carbonformation durch Verwitterung der alten Massengesteine gebildet worden sein, da die gleichen Vorgänge schon lange vorher begonnen haben werden. Ueberdies erscheint es unzulässig, anzunehmen, daß das zuerst gebildete tropfbar flüssige Wasser chemisch rein gewesen sei, — im Gegentheil müssen wir voraussetzen, daß dasselbe im Anfange mit Salzen überladen war.

Zur Unterstützung seiner Annahme eines salzfreien Urmeeres wird ferner von Kunze noch das Fehlen der Salzlager in präcarbonischen Gesteinen, namentlich in den Ablagerungen der laurentischen, huronischen und silurischen Periode betont. Kunze ist der Ansicht, daß manche scheinbar älteren Salzlager durch Infiltration von Salzwasser entstanden seien und die devonischen und carbonischen Salzlagerstätten in dieser Richtung noch zu prüfen wären, übrigens seien sie selten. Hiergegen muß bemerkt werden, daß Salzlager in älteren Formationen deshalb selten sind, weil keine Bildung so sehr der Zerstörung zugänglich ist als diese. Ein Blick auf die ausgelaugten Salzgebirge der alpinen Salzlagerstätten der Triasformation zeigt dies deutlich genug. Wie viele Salzlager giebt es überhaupt, die nicht mehr oder minder der Zerstörung anheimgefallen sind und nicht wenigstens die leichter lös-

sichen sogenannten Abraumsalze eingebüßt haben! In den Ablagerungen der älteren Formationen, welche durch unendlich längere Zeit dem zerstörenden Einfluß des Circulations-Wassers ausgefetzt waren, sind eben die meisten Salzlagerstätten längst weggeführt worden, sie waren ebenso vorhanden wie jene, welche wir heute noch in den Schichtreihen der jüngeren Formationen antreffen. Daß dies der Fall war, lehren die wenigen Ueberreste, welche wir keineswegs als spätere Infiltrationsgebilde auffassen dürfen, sondern als Spuren einstiger ausgebreiteter Salzlagerstätten zu betrachten haben. Es hätte übrigens Kuntze gerade die Salzlagerstätten nicht als Beleg seiner eigenthümlichen Ansichten heranziehen sollen, denn es ist sicher, daß schon für das Trias-Meer ein großer Salzreichtum angenommen werden muß, der sich deutlich in den zahlreichen und großartigen Salzlagerstätten Nord- und Süddeutschlands, der Alpen u. auspricht. Wenn nun nach Kuntze das Salz der heutigen Meere durch Auslaugung der alten Massengesteine entstanden sein soll, so erscheint es doch als ungereimt, anzunehmen, daß in der langen Zeit vor der Kohlenperiode keine derartige Auslaugung stattgefunden hätte, während die kurze Zeit zwischen Carbon und Trias hinreichend gewesen wäre, dem Meere ganz enorme Quantitäten von neugebildetem Chlornatrium zuzuführen! Bei der Menge des Salzes im Meer und bei der Quantität, welche in den Schichtreihen aller Formationen begraben liegt, läßt sich übrigens auch behaupten, daß die Natron-Silicate der Massengesteine, welche zerstört wurden, nicht hinreichen, um den ganzen Bestand an Chlornatrium herzustellen, den wir auf und in der Erdrinde wahrnehmen. Es wurde übrigens schon oben bemerkt, daß es un-

möglich erscheint anzunehmen, daß das bei der allmäligen Abkühlung der Erde zur Bildung gelangte tropfbar flüssige Wasser im Moment seines Entstehens chemisch rein gewesen sei.

Es sei, nachdem ich es versucht habe, die Haupt-Argumente Kuntze's (mit Ausnahme der erst von seiner Seite zu beweisenden Descendenzverhältnisse des Pflanzenreiches) zu widerlegen, noch gestattet, auf die ziemlich umfassenden Kenntnisse hinzuweisen, welche die Geologie heute von den Verhältnissen besitzt, welche zur Carbonzeit herrschten. In den Ablagerungen aller Formationen können wir die Einflüsse chorologischer Verhältnisse mehr oder minder deutlich nachweisen. Als erste Kategorie der chorologischen Bildungen haben wir jene nach dem Bildungsmedium zu bezeichnen, und schon in sehr alten Formationen sind wir in der Lage, gleichzeitige heteromefische Bildungen in ihrer Wesenheit zu erkennen. Die amerikanischen Geologen haben z. B. gezeigt, daß die Devonformation, welche in Europa uns hauptsächlich in mariner Entwicklung entgegentritt, in einem Theile von Nordamerika (Canada) durch terrestrische Bildungen vertreten ist, welche eine der carbonischen in ihren Hauptzügen ähnliche Flora enthalten. Als hinlänglich bekannt darf ich voraussetzen, daß man in den Ablagerungen der Triasformation die chorologischen Beziehungen außerordentlich scharf zu erkennen vermag und außer den Unterscheidungen zwischen terrestrischen und marinen Bildungen auch noch solche nach alten zoogeographischen Provinzen und endlich nach den localen physikalischen Verhältnissen (Facies im engerm Sinne) vorzunehmen im Stande ist. Ist die Geologie im Stande, für die Triasformation zoogeographische Provinzen auf-

zustellen, Seichtwasser- und Tiefseebildungen, Ablagerungen aus freiem, offenem Meer und aus Binnengewässern zu unterscheiden, so kann sie doch unmöglich hinsichtlich der Kohlenformation sich ganz im Unklaren befinden. In der That weiß man auch hier ähnliche Unterschiede zu machen.

Man kennt gewisse Distrikte, in welchen die Ablagerungen der Kohlenformation als reine Festlandsbildungen entwickelt sind. Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür bieten die Kohlenablagerungen Böhmens dar. In anderen Gegenden beobachtet man ein wechselseitiges Ineinandergreifen der Kohlenabfälle des Festlandes und der marinen Sedimente. Die Kohlenlager Englands, jene der Rheinlande, jene von Mähren und Schlesien und jene von Nova Scotia geben hierfür Beispiele. Schichtweise wechseln Land- und Meeresablagerungen, nie kommt ein wirres Durcheinander von Pflanzenresten und marinen Conchylien vor, wie es doch der Fall sein müßte, wenn die ersteren von schwimmenden Pflanzen herrühren würden, die nach dem Absterben auf den Grund des Meeres sanken. Endlich aber kennt man rein marine Sedimente in verschiedenen Facies: Korallenkalk, Brachiopodenkalk und Crinoidenkalk — zumeist mit dem Sammelnamen Bergkalk belegt, und Schiefer mit den charakteristischen, echt marinen Thierarten. Die Frage, wie es denn komme, daß große Landstrecken (Rußland z. B.) zwar Massen von Bergkalk und carbonischen Schiefen, aber keine produktive Steinkohlenformation besitzen, findet leicht ihre Beantwortung, wenn man beide als die heteromere Vertretung der Carbonformation betrachtet. Schwieriger möchte ihre Lösung bei der Annahme des salzfreien Urmeeres und der schwimmenden Kohlenvegetation werden, es

ließe sich wenigstens nicht leicht ein Grund dafür angeben, warum große Theile des Carbonmeeres für die Ausbreitung des schwimmenden Waldes unzugänglich waren.

Auf das Deutlichste sieht man in den Alpen die gegenseitige Vertretung der produktiven Steinkohle und des mit den carbonischen Schiefen (Gailthaler Schiefen) vergesellschafteten Bergkalkes. In kleinen Flözchen findet sich die produktive Steinkohle auf den alten Gesteinen der sogenannten kristallinischen Axe der Alpen, welche sich damals ebenso gut wie das böhmische Massiv über den Meeresspiegel erhoben. Doch gewährte die schmale, wahrscheinlich in mehrere Inseln aufgelöste Centralzone dem Pflanzenwuchs viel weniger Oberfläche, als das ausgebreitete böhmische Festland. Dem entspricht auch die Ausdehnung und Mächtigkeit der Kohlenflöze, die in den Alpen nicht abbaubar sind. Viel ausgehnter tritt uns in den Alpen die marine Entwicklung entgegen, was vollständig dem in allen übrigen alpinen Formationen auftretenden Vorherrschen der Meeresbildungen entspricht. Die zeitliche Identität des Bergkalkes und der Kohlenpflanzen läßt sich in den Südalpen gerade so erweisen, wie in den mährisch-schlesischen Kohlenfeldern. Der Gailthaler Schiefer wechselt mit dem Bergkalk und führt auch dessen Versteinerungen, andererseits enthält er (obgleich selten) Einlagerungen mit den charakteristischen Pflanzen der Carbonformation.

Die heute zur unumstößlichen Gewißheit gewordene zeitliche Identität des Bergkalkes und der produktiven Kohlenformation zeigt für sich allein schon die Unzulässigkeit der Kunze'schen Annahme eines salzfreien Urmeeres und einer darauf schwimmenden Kohlenvegetation.