

Über den Transport erraticer Blöcke von einem tieferen zu einem höheren Niveau.*)

Es wird, wie ich glaube, allgemein zugegeben, dass der wirksamste Einwurf, welcher gegen die Theorie von dem Transport erraticer Blöcke durch Treibeis vorgebracht worden ist, in der Thatsache enthalten liegt, dass man sie nicht selten von einem niedrigeren nach einem höheren Niveau transportiert gefunden hat. Herr Hopkins betrachtet ein solches Vorkommen thatsächlich, indem er sich auf gewisse, von Professor Phillips**) beschriebene Blöcke aus einem eigentümlichen Konglomerate bezieht, als einen sichern Prüfstein für die Drifttheorie, da es, wie er hinzusetzt, „klar ist, dass schwimmendes Eis ausser stande gewesen sein würde, einen Block aus den Tiefen des Edenthalles über die Höhen von Stainmoor hinwegzuführen.“ Professor Hitchcock hat zu verschiedenen Malen auf ähnliche Fälle in Nordamerika, welche eine sehr grosse Schwierigkeit darbieten sollen, angespielt.

Soweit mir bekannt, war es Professor Phillips, welcher das erste Beispiel von Blöcken, die von einem niedrigeren zu einem höheren Niveau transportiert erscheinen, beibrachte,***) indem er im Jahre 1829 zahlreiche grosse Grauwacken-Blöcke beschrieb, die unweit Kirby Lonsdale über den Kohlenkalk zerstreut liegen, und zwar in einer Höhe von 50—100 Fuss über dem Mutterfelsen, der unmittelbar darunter liegt. Er fügt hinzu: „Weiterhin bis zu einer

*) *The Quarterly Journal of the Geological Society of London.* Vol. IV (1848). P. I. p. 315.

**) *A. a. O.* Vol. IV. p. 98.

***) *Transactions of the Geologic. Societ.* 2. Ser. Vol. III. p. 13.

Erhebung von 150 Fuss sind die Blöcke noch zahlreich und man kann sie, eine Klippenreihe nach der andern ersteigend, bis zum Gipfel des Fell, 500 Fuss über ihrer ursprünglichen Lagerungsstätte beobachten. Sie scheinen,“ fährt er fort, „an einer bestimmten Stelle durch eine Strömung aufwärts getrieben worden zu sein, und nachher längs der Oberfläche des Kalkfelsens in einem schmalen Pfade weiter bis gegen den Gipfel des Fell.“ Das von Herrn Hopkins angeführte Konglomerat ist von dem Thalboden des Eden, woselbst der Fels in eine Höhe von 500 Fuss über dem Seespiegel ansteht, bis zum Stainmoor-Pass und über denselben hinweg, in einer Höhe von 1400 Fuss transportiert worden*): die Blöcke liegen jetzt in einer Höhe von 900 Fuss über ihrer ursprünglichen Lage. Im Jahre 1838 beobachtete ich viele über den Ben Erin auf der westlichen Seite des Roy-Thals verstreute Granitblöcke**) bis zu einer Höhe von 2200 Fuss über die See aufwärts. Der Granit gleicht im Charakter demjenigen, welchen ich auf dem Gipfel des Speys anstehend gefunden habe, woselbst auf Maccullochs geologischer Karte gleichfalls der nächste Granitbezirk angegeben ist; wenn aber, wie ich glaube, die Blöcke von dieser Stelle herkamen, müssen sie wenigstens 900 Fuss aufwärts geführt worden sein. Herr Maclaren***) hat (1839) zahlreiche Sandsteinblöcke auf den höheren Teilen von „Arthurs Sitz“ „400 Fuss über jedem Ort, wo jetzt Sandstein anstehend vorkommt“, beschrieben. Neuerdings hat Herr D. Milne†) andre der Kohlenformation angehörende Blöcke auf demselben Hügel notiert und dazu bemerkt, „dass in der Nachbarschaft keine Örtlichkeit vorhanden ist, von welcher die Blöcke gekommen sein könnten, und die nicht wenigstens 200 Fuss unter ihrem Niveau belegen wäre“. Auf der Insel Man hat der Rev. J. G. Cumming mit grosser Sorgfalt einen überraschenden Fall beobachtet und mir freundlich die Einzelheiten, welche alsbald in seinem Werke über die Insel Man erscheinen werden, mitgeteilt: In der Nähe von South-Barrule

*) *Treatise on Geology. By John Phillips (Lardners Encyclopaed. Vol. I. p. 270).*

**) *Philosophical Transactions 1839. p. 69.*

***) *Geology of Fife. p. 47.*

†) *Edinburgh New Philosophic. Journ. Vol. XIII. p. 167.*

befindet sich ein aus Granit gebildeter kleiner Hügel, der in seiner Natur ganz verschieden von irgendwelchem andern Hügel auf der Insel ist; diese Granitmasse ist ungefähr dreiviertel (englische) Quadratmeilen gross und erhebt sich 757 Fuss über den Seespiegel; von diesem Punkte nach Südwesten hin finden sich dicht zerstreute Blöcke, die ohne Unterbrechung bis zu einer Höhe von 788 Fuss über den Gipfel des genannten Bergbuckels verfolgt werden können. Herr R. Mallet teilt mir mit, dass Fälle von einer ähnlichen Natur in Irland beobachtet worden sind. Noch auffallendere Beispiele kommen in den Vereinigten Staaten, in Neu-England, in New-York und im nördlichen Pennsylvanien vor. Professor Hitchcock bemerkt,*) dass die silurischen Felsen in New-York und die Quarzfelsen in den westlichen Thälern von Massachusetts unzweifelhaft über die Hosac- und Taconic-Berge in einer Höhe von 1000—2000 Fuss empor- und weggeführt worden, zum Teil auch auf denselben liegen geblieben sind. Zum Schlusse will ich das analoge Vorkommen der Blöcke aus Feuerstein-Kreide erwähnen, die in Gesellschaft verschiedenartiger Blöcke von dem Dekan von Westminster und mir auf dem Mont-Tryfan (Nordwales) in einer Höhe von 1392 Fuss über dem Meeresspiegel beobachtet wurden und hinsichtlich welcher (ebenso wie bei der Feuerstein-Kreide der Insel Man**) guter Grund vorhanden ist, zu glauben, dass sie von Irland gekommen sein müssen und deshalb wenigstens in dem Nordwales betreffenden Falle von einem beträchtlich niedrigerem Niveau.

Der erste hier zu betrachtende Punkt ist, ob die Blöcke in diesen verschiedenen Fällen wirklich von einem niedrigeren Niveau hergekommen sind, oder ob sie nicht (und ich bin Sir H. de la Beche, für diesen Vorbehalt verpflichtet) von jetzt gänzlich weggewitterten Schichten hergeleitet werden können, die sich früher bis zu demselben Niveau erhoben, in welchem jetzt die Blöcke liegen. Zweitens, ob die Blöcke, nachdem sie hier abgelagert wurden, erst durch eine ungleiche aufsteigende Bewegung über ihr Ursprungsgebiet erhoben sein können, oder ob nicht dieses letztere

*) *Geology of Massachusetts. Vol. I. (Postscript. p. 5a) und Address to the Association of American Geologists 1841.*

***) Rev. J. G. Cumming in den *Transactions of British Association. 1845. p. 61.*

Gebiet selbst durch eine Senkung unter sein früheres Niveau gelangt sein kann? Bezüglich einer angenommenen früheren grösseren Ausdehnung und späteren Abwitterung des Muttergesteins wäre es in solchen Fällen, wie demjenigen in der Nähe von Edinburg möglich, dass dies hinreichend sein könnte, das Phänomen zu erklären. Wo die Blöcke aus Granit bestehen, wie am Roy-Thale und auf der Insel Man, setzt diese Ansicht voraus, dass eine Masse jenes Felsens, deren Dicke dem Niveau - Unterschied zwischen den anstehenden Massen und den Blöcken gleichkäme, abgewittert worden sei; in Nordamerika, wo die Blöcke 1500—2000 Fuss über ihrer Ursprungsstelle liegen, müsste die Abwitterung nach dieser Auffassung ungeheuer gewesen sein, und alles das müsste, da das niedere Land mit Blöcken bedeckt ist, innerhalb der Eiszeit geschehen sein; dasselbe trifft für den Granitbuckel auf der Insel Man zu. Kann nun mit irgend welcher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die Kreideformation sich früher in Irland bis zu einer Höhe von nahezu 1400 Fuss ausdehnte? Für den Fall der von Professor Phillips beschriebenen Blöcke ist, wie mir von demselben versichert wurde, die obige Ansicht durchaus unannehmbar, und er hat mir zwingende Gründe dafür angegeben, welche ich aber, in Anbetracht seiner hohen Autorität, im Detail wiederzugeben nicht für nötig erachte. Ich will nur erwähnen, dass die Grauwacke bereits zu einem niederen Niveau gebracht war, bevor die dicke Masse von Kohlenkalk, auf dessen Oberfläche die Blöcke liegen, auf ihr abgelagert wurde und dass in einer kurzen Entfernung die Grauwacke gänzlich durch die Craven-Kluft durchschnitten wird: die Konglomerat-Schichten, von denen die auf Stainmoor in einer Höhe von 900 Fuss liegenden Blöcke abzuleiten sind, erstrecken sich horizontal.

In Bezug auf die zweite Annahme, dass eine nachfolgende ungleiche Erhebung die Ursache sein könnte, durch welche die Blöcke nunmehr oberhalb ihres Muttergesteins liegen, scheint mir die einfache Thatsache der Zahl von Punkten, an denen sowohl in Grossbritannien (nämlich im nördlichen und centralen Schottland, in dem See-Gebiet, in Nordwales, auf der Insel Man und in Irland) wie in den Vereinigten Staaten die Blöcke unregelmässig zerstreut liegen, diese Ansicht im äussersten Grade unwahrscheinlich zu machen, denn einer solchen Ansicht zufolge müsste angenommen

werden, dass in Grossbritannien und Amerika verschiedene grosse Berge und Bergketten in einer so späten Periode, wie der Eiszeit, gebildet worden wären, und dies wäre eine Hypothese, welcher beizustimmen wenig Geologen geneigt sein dürften. In dem Falle von Stainmoor ist es überdies bekannt, dass sein Kamm jetzt, eins ins andere gerechnet, dasselbe relative Niveau, wie in der Eiszeit behauptet, denn die Blöcke haben ihn nur in einer Kerbe oder Schlucht gekreuzt, welche jetzt den niedrigsten Teil bildet, und gewisse Hügelketten, welche jetzt Blöcke aufhalten würden, die von einem bestimmten Bezirk kämen, thaten bereits dasselbe in der Eiszeit.

Auf der Insel Man sind der Muttergranit und die Blöcke, welche 788 Fuss über ihm liegen, kaum mehr als zwei Meilen von einander entfernt und in dem dazwischenliegenden, dick mit Blöcken bestreuten Strich hat Herr Cumming vergeblich nach Beweisen für eine Zerklüftung gesucht. In dem „See-Distrikte“ sind, wie ich glaube, überzeugende Beweise dafür vorhanden, dass die wahre Erklärung nicht in einer ungleichen Erhebung gefunden werden kann, denn die Blöcke liegen dort so dicht bei den anstehenden Felsen, dass notwendig daselbst, wenn die Blöcke nachträglich emporgehoben worden wären, ein Riss oder eine plötzliche Verwerfung, in einem Falle von 900 und in dem andern von 500 Fuss, vorhanden sein müssten. Wir müssen daher in Übereinstimmung mit den Ansichten der verschiedenen Autoren, die über die obigen Fälle geschrieben haben, schliessen, dass die Blöcke in Wirklichkeit nahezu ebensoviel Fuss, als sie jetzt über ihrer Ursprungsstelle liegen, emporgetragen worden sind (wobei wir in fast jedem Einzelfalle ein Zugeständnis für die spätere Abwitterung des Mutterfelsens zu machen haben).

Diejenigen, welche an die mächtige Thätigkeit des Eises im Bewegen der Blöcke glauben, werden wahrscheinlich zunächst schliessen, dass Eisberge sie in irgend einer Weise von einem niedrigeren auf ein höheres Niveau geschafft hätten. Aber die entgegengesetzte Art und Weise, in welcher Bruchstücke von Felsen auf Eisberge gelangen, besteht in ihrem Niederfallen von den umgebenden Abhängen auf die in die See mündenden Gletscher und sie müssen deshalb von einem höhern nach einem niedrigeren Niveau gelangen. In Anbetracht der Temperaturverhältnisse des

Wassers erscheint es unmöglich, dass in irgend einer beträchtlichen Tiefe Blöcke in die Sohle eines Eisberges eingefroren sein könnten, und sogar wenn sie in geringeren Tiefen so einfroren*) oder mechanisch eingekellt wurden und wenn sie durch Umstürzen der Eisberge vor baldigem Herausthauen gesichert wurden, konnten sie doch über ihr früheres Niveau nur um so viel höher abgelagert werden, als das Eis unter Wasser an Dicke in dem Zwischenraum der Aufnahme und Abwerfung der Blöcke abgenommen hat. In jedem Fall ist die Annahme, dass Eisberge in den Staaten New-York, Neu-England und Nord-Pennsylvanien zahlreiche Blöcke aus einer Tiefe zwischen 1000 und 2000 Fuss emporgehoben haben sollten, ganz unannehmbar.

In meiner Abhandlung über die Verbreitung der erraticen Blöcke auf der südlichen Halbkugel**) legte ich dar, dass zwei, in den klimatischen Erfordernissen und den hervorgebrachten Ergebnissen wesentlich verschiedene Mittel vorhanden seien, um Felsstücke zu transportieren, nämlich durch Eisberge und durch Küsteneis. Eisberge verflössen jetzt Felsbruchstücke von der Westküste Südamerikas in der Breite der mittleren Teile Europas, unter einem gemässigten Klima, in welchem die See selbst in geschützten Buchten niemals zufriert. Andererseits werden in den nördlichen Teilen der Vereinigten Staaten und im Bothnischen Meerbusen, wo das Klima überaus streng ist, aber doch in einer Breite, in welcher niemals Gletscher bis zum Meeresspiegel herabsteigen, Felsstücke alljährlich durch das Gefrieren des Uferwassers eingeschlossen und so transportiert. In den Polargegenden wirken beide Mittel zusammen. Eisberge werden solche Felsstücke transportieren, wie sie auf die Muttergletscher fallen, und diese sind im allgemeinen scharfkantig. Infolge der ungeheuren Grösse mancher Eisberge werden die Fragmente oft in grosse Entfernungen geführt werden; ihre Ablagerung muss in tiefem Wasser geschehen und daher (ebenso wie durch die ursprüngliche Abwärtsbewegung des Gletschers) auf einem viel tiefern Niveau als dem des Mutter-

*) Man sehe einige ausgezeichnete Bemerkungen über diesen Gegenstand in Sir H. de la Beche's *Anniversary Address for 1848 p. 68 ff.*

**) *Transactions of the Geolog. Soc. Ser. 2 Vol. VI. P. 2 p. 475.* — Gesammelte Werke Band XII. 2. Abt. S. 57.

felsen: wenn sie einmal herabgefallen sind, werden sie wahrscheinlich nie wieder durch Eis bewegt werden. Küsteneis andererseits wird beliebige Fragmente von Felsen oder Steine, die am oder in der Nähe des Gestades liegen, wegführen. Diese Bruchstücke werden in Folge ihrer wiederholten Aufnahmen in dem Eise und der heftigen Strandungen, sowie dadurch, dass sie jeden Sommer den gewöhnlichen Einwirkungen des Ufers ausgesetzt bleiben, im allgemeinen mehr abgerieben und wahrscheinlich oft geritzt werden, da sie über felsige Untiefen hinweg geführt werden. Wenn das Eis nicht dick ist, werden diejenigen, welche nicht in die See hinaus geführt werden, an seichten Orten gelandet, und durch die Eispackung mitunter hoch empor auf das Gestade geschoben oder sogar auf Klippenreihen abgesetzt werden. Durch diese Thätigkeit werden die Blöcke wahrscheinlich nicht auf so grosse Entfernungen fortgeführt, wie durch Eisberge, und die Grenzen ihres Transports sind beschränkter. In Südamerika ist eine beträchtliche Verschiedenheit in dem Zustande der Blöcke vorhanden, zwischen Feuerland, wo eine grosse Anzahl von Blöcken stark gerundet ist, und den entfernter von dem Pole belegenen Ebenen von Patagonien und Chiloe, wo die Blöcke grösser und vollkommen scharfkantig sind. Ich schreibe die Gegenwart der letzteren ausschliesslich der Thätigkeit von Eisbergen zu, während im Feuerlande früher Küsteneis ins Spiel gekommen zu sein scheint. Auf dem Mont - Tryfan *) wurden die wohlgerundeten Bruchstücke von Feuerstein-Kreide aller Wahrscheinlichkeit nach durch Küsteneis transportiert, obgleich ich in Anbetracht der ausserordentlichen Weise, in welcher die Schollen der Schiefer-Felsen daselbst zerklüftet worden sind, nicht daran zweifeln kann, dass Eisberge gleichfalls, als sie unter Wasser waren, gegen sie getrieben worden sind, so dass hier beide Thätigkeiten zusammen gewirkt zu haben scheinen. Einige weitere unterscheidende Charaktere zwischen der Wirkung von Küsteneis und von Eisbergen werden sogleich dargelegt werden, und es ist, wie ich glaube, durch Küsteneis gesehen, dass Blöcke von einem niedrigeren zu einem höhern Niveau geschafft worden sind.

Betrachten wir das Beispiel Nordamerikas: Herr Lyell hat

*) *London Philosophical Journal Vol. XXI. p. 186.*

von einer, von der meinigen unabhängigen Richtung der Untersuchung ausgehend, gezeigt,*) dass sich dieses Land während der Glacialperiode bis zu einem ansehnlichen Betrage gesenkt hat: einige amerikanische Geologen sind zu einem ähnlichen Schlusse gekommen, und sie glauben, dass die Senkung bis zu einem Betrage von 2—3000 Fuss oder sogar noch höher gestiegen ist. Wir wollen nun annehmen, es gehe jetzt eine sinkende Bewegung in dem Aestuarium des Lorenzostromes oder an der Küste von Labrador vor sich, wo alljährlich, wie wir aus den Beobachtungen des Lieutenant Brown und Kapitän Bayfield wissen, die Herr Lyell wiedergegeben (und mit überraschenden Skizzen illustriert hat**), sowohl an als in der Nähe der Küste eine enorme Zahl von Blöcken in das Küsteneis einfriert und auf kurzen oder weitem Entfernungen fortgeführt wird: können wir nun daran zweifeln, dass, wenn das Land während des Jahres wenige Zoll oder Fusse sänke, die gegenwärtig, oder während des folgenden Winter wieder eingefrorenen Blöcke emporgehoben und so viele Zolle oder Fusse höher herauf an der Küste gelandet werden würden? Kapitän Bayfield sah, wie Herr Lyell konstatiert***), Felsenmassen „durch die Meerengen von Belle Isle zwischen Neu-Fundland und dem Kontinent geführt, von denen er annimmt, dass sie im Laufe der Jahre von der Baffins-Bay hergewandert seien.“ Wenn sich nun während dieser wahrscheinlich langen Folge von Jahren — denn die Blöcke scheinen im allgemeinen jeden Winter nur auf eine kurze Entfernung transportiert worden zu sein, — das Land um ein- oder zweihundert Fuss gesenkt hatte, ist es dann nicht fast sicher, dass sie in Bezug auf ihr früheres Niveau um eben so viele Fuss höher gelandet sein müssen, in derselben Weise, wie es sich mit Treibholz ereignet haben würde? Es ist freilich paradox, von den Blöcken in dieser Weise zu sprechen, als seien sie aufwärts geführt worden, während das Land vielmehr niederwärts gesunken ist; denn in Wirklichkeit sind die Blöcke nur durch das schwimmende Eis auf dem gleichen Niveau erhalten worden, während das Land sank.

*) *Travels in North-America Vol. I. p. 99 and. Vol. II p. 48.*

**) *Principles of Geology 7. Edit. p. 222.*

***) *A. a. O. p. 231.*

Ohne Zweifel müssen während dieses Vorgangs einzelne Blöcke in einem zu tiefen Wasser abgeworfen worden sein, um ihnen das Wiedereinfrieren zu gestatten, und sie würden auf diese Weise hinter den übrigen zurück gelassen worden sein. Kaum irgend eine Landform würde die Blöcke daran verhindert haben, jährlich an einem zeitweise bestehenden Ruheplatze gelandet zu werden, selbst eine Linie von senkrechten Klippen würde, wenn sie nicht von grosser Länge ist, wahrscheinlich bloss die Strömungen der Ebbe und Flut veranlassen, das Küsteneis etwas weiter vorwärts zu treiben, wobei etwas mehr Blöcke als sonst herabfallen würden. Ich kann bei dieser Auffassungsweise nur eine Schwierigkeit von einigem Gewicht sehen, nämlich das Untersinken der Blöcke im Schlamm, und die Zerstörung durch so unzählige Strandungen, wie sie diejenigen durchgemacht haben müssten, welche während eines viele hundert Fuss betragenden Sinkens des Landes absolut auf demselben Niveau erhalten worden wären. An einer exponierten Küste, wo die Brandung die Kraft besitzt, um kleine Steine gegen die Blöcke zu schleudern, zweifle ich nicht daran, dass letzteres eintreten wird, namentlich bei Blöcken, die klein genug sind, um selbst fortgerollt zu werden. Aber ich glaube nicht, dass das an einer unterbrochenen Küstenlinie zwischen Inseln und Buchten geschehen würde. Wir dürfen aus dem Vorkommen von Schrammen an Felsen, die in einer gänzlich unveränderten Stellung unter der Oberfläche von Landseen befindlich sind, schliessen, dass die blosser Wirkung des Wassers und solcher kleinen Wellen, wie Seen sie erzeugen können, sogar wenn sie von der Eiszeit bis zum gegenwärtigen Tage fortgesetzt wird, absolut gleich Null ist, und in geschützten Buchten ist die Kraft der Wellen nicht viel grösser als in kleinen Seen. In Südamerika habe ich überdies viele Blöcke an den Meeresufern liegen sehen, die der Abwaschung in ziemlich offenen Kanälen ausgesetzt waren, und welche weit entfernt, zerstört worden zu sein, sogar vollständig ihre Kanten bewahrt hatten.

Nichtsdestoweniger darf es gewiss erwartet werden, dass Blöcke, welche während lang fortgesetzter Zeiträume auf diese Weise durch Küsteneis schwimmend erhalten worden sind, wohlgerundet sein müssen. Nach Prof. H. D. Rogers ist dies bei der Mehrzahl der Blöcke in Nordamerika der Fall; diejenigen von Glen-Roy waren gerundet, aber sie sind aus einem der Zersetzung

ausgesetzten Granit gebildet; dasselbe ist ebenso der Fall mit denjenigen auf der Insel Man: indessen teilt mir Herr Cumming mit, dass die Blöcke, je weiter man sich von der Granitkuppe entfernt, mit einigen bemerkenswerten Ausnahmen „an Zahl und Grösse abnehmen.“ Die Blöcke von „Arthurs Sitz“ sind nach den Bemerkungen der Herren Maclaren und Milne zu schliessen, abgerundet. Diejenigen, welche nach Prof. Phillips in der Nähe von Kirby Lonsdale 500 Fuss über ihrem Mutterfelsen liegen, sind nicht abgerundet, aber sie bestehen aus Schiefer, einer Felsart, die sehr wenig dazu neigt, sich abrunden zu lassen, und sie scheinen in einer Art von Rangordnung in einem Thale zu liegen, welches von Bergen umgeben, früher eine wohlbeschützte Bucht gebildet haben muss. Es würde interessant sein, festzustellen, ob diejenigen Blöcke, welche an den höchsten Stellen, oberhalb des Muttergesteins liegen, mehr abgerieben sind, als diejenigen eines niedrigeren Niveaus, welche letzteren, wie ich glaube, während des lang fortgesetzten Hebungs-Prozesses abgeworfen worden sind.

Wir haben gesehen, dass sich nach Herrn Lyell die nördlichen Teile der Vereinigten Staaten in Wirklichkeit während der Glacial-Periode niedersenkten. Es ist mir nicht bekannt, ob irgend jemand zu zeigen versucht hat, dass Grossbritannien während derselben Periode ähnlichen Vorgängen unterlag. Die nachfolgenden Betrachtungen scheinen mir dies indessen in einem gewissen Grade wahrscheinlich zu machen. In Staffordshire befinden sich viele grosse und vollständig eckige Blöcke von aus dem Norden stammenden Felsen, die jetzt in einer Höhe von mehr als 800 Fuss über dem Meeresspiegel liegen, und von denen fast jeder Geologe glaubt, dass sie durch Eisberge transportiert worden seien. Auf dem Mont-Tryfan sind in einer Höhe von nahezu 1400 Fuss geschichtete Lager aus der Eiszeit vorhanden, (wie dies an den von ihnen eingeschlossenen und von Herrn Trimmer entdeckten Schichtieren zu erkennen ist) und diese Schichten sind, wie ich nach sorgfältiger Untersuchung nicht bezweifeln kann, in der gewöhnlichen Art unter der See abgesetzt worden. Andererseits leitet der Charakter der miocänen Bildungen an der Ostküste Englands zu dem Schlusse, dass das Land damals ein nicht sehr weit von dem heutigen verschiedenes Niveau einnahm. Wenn dies aber der Fall ist und wir nicht eine grosse Ungleichheit in den Niveau-

Veränderungen zwischen den westlichen und östlichen Küsten Englands annehmen wollen, muss das Land nach der miocänen Periode gesunken sein, um die Ablagerungen der glacialen Schichten in den oben aufgezählten Höhen zu ermöglichen. Dieser Schluss steht vollkommen in Einklang mit Prof. E. Forbes' Behauptung*), dass alle von ihm gesehene organischen Überreste aus der Glacial-Formation eine Wassertiefe von weniger als 25 Faden anzeigten. So weit als solchen Betrachtungen überhaupt Vertrauen geschenkt werden kann, sind wir demnach in der Lage, nach den in dieser Abhandlung dargelegten Gesichtspunkten den Transport der Blöcke von einem tiefern zu einem höhern Niveau, sowohl in Grossbritannien als in den Vereinigten Staaten, zu erklären. Ich will nun eine andere Bemerkung über diesen Gegenstand hinzufügen, dass ich nämlich, obwohl ich glaube, dass Grossbritannien während der Glacialperiode sank, doch meine, dass es in der Folge während dieser selben verlängerten Periode einen beträchtlichen Teil seiner gegenwärtigen Höhe wieder erreichte. Ich schliesse dies aus den deutlichen Kennzeichen echter Gletschertätigkeit, wie sie in den Thälern von Nord-Wales in 300 Fuss über den gegenwärtigen Meeresspiegel niedergelegt sind.**)

Noch ein zweiter Einwurf von anscheinend beträchtlichem Gewicht ist gegen die Theorie des Drifteises vorgebracht worden, dass nämlich die Blöcke in einigen Fällen sehr regelmässig bei der Entfernung von ihrer Ursprungsstelle an Grösse abnehmen. Prof. H. D. Rogers sagt,***) dass dies in ausgesprochener Weise der Fall sei, wenn man in den Vereinigten Staaten südwärts gehe. Nach Hopkins†) trifft dies auch im englischen „See-Distrikt“ ††) zu:

*) *Memoirs of the Geological Survey* p. 376.

***) Nachdem das Obige geschrieben war, habe ich gefunden, dass Herr Trimmer in seiner interessanten Abhandlung über die Geologie von Norfolk (*Journal of the Royal-Agricultural-Society Vol. VII. Part. II*) gezeigt hat, dass jener Distrikt um wenigstens 600 Fuss gesenkt und nachher gleichfalls während der Block- oder Glacialperiode emporgehoben wurde.

***) *Address to the Association of American Geologists 1844. p. 45.*

†) *Journal of the Geological-Society Vol. IV. p. 98.*

††) Der mehrerwähnte „See-Distrikt“ liegt in Cumberland. K.
Ch. Darwin, Kleinere Schriften. 16

„Die Blöcke werden um so kleiner, je mehr wir uns der Küste von Yorkshire nähern, bis sie in den entfernteren Örtlichkeiten, an denen die Cumbrischen Gesteine noch identifiziert werden können, zu kleinen Steinen herabsinken.“ Er fügt hinzu: „Diese That-sachen sprechen stark zu Gunsten derjenigen Ansichten, welche den Transport dieser Massen diluvialen Strömungen zuschreiben möchten.“ Diese Rangordnung der Blöcke trifft nicht überall zu; auf den patagonischen Ebenen befanden sich die beiden grössten Blöcke, welche ich sah, nahe bei den Vorposten der Ablagerung. Sir R. Murchison hebt ebenfalls die ungeheure Grösse der zahlreichen Blöcke in den südöstlichen Teilen von Shropshire, unweit der südlichen Grenze seiner nördlichen Drift hervor, obgleich er anderwärts konstatiert, dass die Blöcke im allgemeinen, wenn man von Norden nach Süden geht, an Grösse abnehmen. Wenn wir in diesen Fällen die Blöcke darauf ansehen, als seien sie sämtlich durch Eisberge transportiert worden, so scheint sicherlich kein Grund vorhanden, warum sie von solchen ungeheuren Eismassen in irgend einer Annäherung an die Reihenfolge ihrer Grösse oder die Entfernung von ihrer Ursprungsstelle abgeworfen worden sein sollten. Aber dies trifft für Blöcke, die in Schollen und Bruchstücken von Küsteneis transportiert wurden, nicht zu: hier steht die tragende Masse nicht ausser Verhältnis zu ihrer Ladung; wenn das Eis schmilzt, werden die schwersten Fragmente naturgemäss zuerst zum Herunterfallen neigen, und nach den uns gewordenen Nachrichten scheinen die schwersten Blöcke während mancher Winter überhaupt dem Bewegtwerden zu entgehen, während die kleineren vorwärts getragen werden. Überdies würden die Blöcke (und auf diesen Punkt darf wahrscheinlich besonderer Nachdruck gelegt werden), welche am weitesten gewandert sind, auch am öftesten gestrandet und notwendig jeden Sommer am meisten abgenutzt, deshalb kleiner geworden sein, als diejenigen, welche nur auf kürzere Entfernungen wanderten.

In meinem Bande über Südamerika habe ich gezeigt, dass die See vermöge irgend welcher Mittel das Vermögen besitzt, die kleinen Steine, welche am Boden liegen, herauszutreiben, so dass ihre Grösse mit erstaunlicher Regelmässigkeit abnimmt, bis sie mit der steigenden Tiefe in Sand übergehen. Es ist wohl ohne Schwierigkeit zu verstehen, wie dies bewirkt wird: Playfair hat ge-

folgert, dass die von der Meeresoberfläche niedersteigende Wellenbewegung dahin wirke, die am Boden befindlichen Steinchen auf- und abwärts zu bewegen und dass diese, wenn ganz oder teilweise erhoben, dazu neigen müssten, durch eine sehr schwache Strömung vorwärts bewegt zu werden. Sollte daher eine Block-Formation während späterer Niveau-Veränderungen der Meeresthätigkeit ausgesetzt worden sein, so würden davon herrührende Steinchen, die in ihrer Grösse nach der Entfernung von ihrer Ursprungsstelle mit vollkommener Regelmässigkeit abnehmen, auf diese Weise verbreitet werden. Danach kann ich begreifen, wie von einer ehemals als Insel existierenden Berggruppe mit einem gewissen Grade von Regelmässigkeit bis zu Handstücken abnehmende Blöcke und über sie hinaus kleine Steine, die mit völliger Regelmässigkeit in Sand übergehen, so ausgebreitet worden sein mögen, dass sie die Wirkungen einer grossen Flut nachahmen, welche im Dahinstürzen unmerklich ihre Kraft verloren hat, und dass dennoch sowohl Blöcke, als kleine Steine durch die gewöhnlichen Seeströmungen transportiert wurden, unter Mithilfe des schwimmenden Küsteneises in dem einen Falle, und — dem Anschein nach — der wellenförmigen Bewegung des Wassers in dem andern.

Somit können die beiden Einwürfe, welche hier besprochen worden sind, wie ich denke, nicht länger als der Drift-Theorie absolut verderblich gelten, und insofern ist die Hypothese einer grossen Flut nicht weiter notwendig.

Wenn die hier gegebene Erklärung des Block-Transports von einem tieferen zu einem höheren Niveau sich in Zukunft als korrekt erweist, gewinnen wir in allen den Fällen, in welchen die horizontale Entfernung zwischen den Blöcken und dem Mutterfelsens nicht so gross ist, um die Wahrscheinlichkeit nachträglich, er ungleicher Erhebungsbewegungen zuzulassen, ein wertvolles Mass von der Grösse der Senkung während einer bestimmten Periode. Wir sind gewöhnt, Erhebungs-Maasse nach den ermittelten Höhen emporgehobener Meeres-Überreste festzustellen; aber es erschien ganz aussichtslos, dies selbst in einem geringeren Grade von Genauigkeit hinsichtlich der Senkung, d. h. jener Bewegung, welche die betreffende Oberfläche unter der See verbirgt, zu erwarten. Es ist wunderbar, dass die Natur in dieser Weise durch von Steinen gemachte Bojen das ehemalige Sinken der Erdkruste und ebenso, wie ich

hinzufügen will, ihre spätere Erhebung markieren und auf diesen Steinblöcken die Temperatur während der langen Periode des Transports deutlich eingravieren konnte. Überdies wird dadurch bewiesen, dass die Senkung während der Zeitperiode, die nicht einmal einem ganzen Sommer gleich kam, so gross war, um die Küstenblöcke innerhalb jener kleinen Tiefengrenze weiter zu führen, in welcher das Salzwasser während jedes folgenden Winters froh.

Anmerkung. — Nachdem diese Abhandlung gelesen war, wendete Herr Nicol ein, dass, sobald der Mutterfels einmal untergetaucht war, keine fernere Versorgung mit Blöcken von ihm ausgehen konnte, und wenn in der Folge regelmässig jedesmal, wenn sie flott gemacht waren, bloss einer von hundert Blöcken in zu tiefes Wasser fiel, um wiederum in Küsteneis einzufrieren, nach einer gewissen Zeit keiner übrig geblieben sein würde, um während der fortgesetzten Senkung auf höhere Niveaus geführt zu werden. Dies erscheint mir als ein Einwand von vielem Gewicht. Ich möchte indessen an erster Stelle bemerken, dass ich nicht annehme, dass alle Blöcke über das gesamte Senkungsgebiet aufwärts getragen worden sind, sondern bloss diejenigen in gewissen günstigen Lagen. Zweitens haben mehrere Polarreisende konstatiert, dass das Packeis häufig Mengen von Blöcken bis zu einer Höhe von sogar 20 bis 30 Fuss über der Hochwasser-Marke auftürmt und daselbst zurücklässt. Nach einer Senkung würde sie nunmehr der erste Sturm noch höher hinauftreiben und so vorwärts und immer höher, ohne irgend eine Neigung, sie hinaus in die See zu treiben. Aus einer den herrschenden Winden offenen Bucht, in welche kein Fluss mündet, wird, wie ich mir einbilde, das Eis nur selten herausgedriftet werden. Drittens glaube ich, dass jeder beliebige schwimmende Gegenstand, der nicht weit von einer ausgedehnten Küstenlinie ins Wasser geworfen wird, im allgemeinen bald an die Küste getrieben wird; sicherlich scheint mir dies mit Bootstrümmern der Fall zu sein; wenn dem aber so ist, werden vom Eise getragene Blöcke, von den Landwinden getrieben, ganz allgemein wieder auf die Küste geworfen werden.
