

Ueber die von den alten Gletschern in Caernarvonshire hervorgebrachten Wirkungen und die von schwimmendem Eise transportirten erratischen Blöcke.

Aus: The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, Vol. XXI, 1842, p. 180—188.

Durch den Auszug von Dr. BUCKLAND's Abhandlung „Über diluvio-glaciale Erscheinungen in Snowdonia und den benachbarten Theilen von Nord-Wales“¹ geleitet und belehrt besuchte ich mehrere der dort erwähnten Örtlichkeiten und bin, nachdem ich mich mit einigen der beschriebenen Erscheinungen vertraut gemacht habe, in den Stand gesetzt, einige weitere Bemerkungen hinzuzufügen.

Dr. BUCKLAND hat angegeben, dass eine Meile östlich vom See Ogwin eine Reihe von, mit Hunderten grosser Steinblöcke bedeckter Hügel vorkommt, welche dem Zustande einer nicht zerstörten Moräne näher kommen als irgend welche andere von ihm in Nord-Wales bemerkten Hügel von Detritus. Besteigt man diese Hügel, so ist es allerdings wohl leicht, sich vorzustellen, dass sie die nordwestliche Seiten-Moräne (Gangecke) eines, in einer nordöstlichen Richtung von dem Berge Great Glyder herabsteigenden Gletschers gebildet haben. Am südlichen Ende des See's Idwell bieten sich aber die Erscheinungen von Moränen, obschon in einem viel kleineren Maszstabe, mit vollkommener Deutlichkeit dar. Betritt man das wilde Amphitheater, in welchem der See Idwell liegt, so sieht man an dem andern Ende einige kleine conische, unregelmässige niedrige Hügel, welche sich der Aufmerksamkeit leicht entziehen können. Die besterhaltenen dieser Wälle liegen auf der westlichen Seite der grossen schwarzen senk-

¹ Vor der Geological Society am 15. Decbr. 1841 gelesen; der Auszug erschien im Athenaeum, 1842, p. 42.

rechten Felsenwand, welche die südliche Grenze des Sees bildet. Sie sind an vielen Stellen von Bächen durchschnitten und ergeben sich als aus Erde und Detritus bestehend, auf ihren Gipfeln grosze Felsblöcke tragend. Sie scheinen auf den ersten Blick völlig unregelmässig gruppirt zu sein; aber Jemand, welcher irgend einen der am weitesten vom Absturz entfernt liegenden Hügel besteigt, sieht sofort, dass sie drei schmale, gerade, lineare Rücken (mit Spuren eines vierten) bilden. Der dem Absturze am nächsten gelegene Rücken läuft eine Strecke weit am Berge hinauf, der äuszere aber ist länger und vollkommener und bildet mit der Seitenwand des Berges eine von 10 bis 15 Fusz tiefe Mulde. Auf der östlichen, gegenüberliegenden Seite des obern Endes des Sees sieht man entsprechende, aber weniger entwickelte Hügel von Detritus eine kurze Strecke weit am Berge hinaufreichen. Ich glaube, es ist für Jeden, welcher die Beschreibungen der die jetzt existirenden Gletscher in den Alpen begrenzenden Seiten-Moränen gelesen hat, unmöglich, auf diesen wallförmigen Hügeln zu stehen und auch nur einen Augenblick daran zu zweifeln, dass sie alte Moränen sind; es ist auch unmöglich, sich irgend eine andere Ursache vorzustellen, welche diese langen schmalen steilen Züge ungeschichteten Detritus gegen die Seiten der Berge aufgeworfen haben könnte. Die drei oder vier linearen Rücken bezeichnen offenbar die Hauptstadien im Rückgange des Gletschers; der äuszere ist der längste und entfernt sich am meisten von der groszen Felsenwand am Süd-Ende des Sees. Die innern Reihen bestimmen deutlich die Umrisse des Gletschers während des letzten Stadiums seiner Existenz. In dieser Zeit stieg ein kleiner, besonderer Gletscher aus einer engen aber hohen Gebirgsschlucht am nordwestlichen Ende des Sees herab; und hier kann man Überreste einer End-Moräne in den kleinen Hügeln erkennen, welche einen durchbrochenen Halbkreis um eine kaum mehr als hundert Yards im Durchmesser grosze, binsenbedeckte Ebene bilden. Die Felsen sind geglättet, warzig und gefurcht, und zwar um den ganzen See herum und auch noch in einiger Tiefe unter der Oberfläche des Wassers, wie ich sowohl sehen als fühlen konnte. Ähnliche Zeichen kommen auf allen Seiten in groszer Höhe vor, weit oberhalb der Grenzen der oben beschriebenen Moränen und wurden zu der Zeit hervorgebracht, als das Eis in einem groszen Strome sich über den, das nördliche Ende des Amphitheaters des Idwell-Sees begrenzenden Felsenwall ergosz.

Ich will hier erwähnen, dasz sich ungefähr achtzig Yards westlich von der Stelle, wo der Flusz durch einen niedrigen Detritus-Wall, wahrscheinlich früher eine End-Moräne, aus dem See austritt, ein Beispiel eines Blockes findet, welcher, wie es CHARPENTIER und AGASSIZ beschrieben haben, durch eine Spalte im Eise hinabgestürzt und zerbrochen ist. Der Felsblock besteht jetzt aus vier groszen tafelförmigen Massen, von denen zwei auf ihren Kanten stehen und zwei theilweise auf einen daneben stehenden Block übergefallen sind. Nach der, wenn auch an und für sich geringen Entfernung, durch welche die vier Stücke von einander getrennt sind, müssen sie mit groszer Gewalt in ihre jetzige Lage gestürzt sein; und da die beiden aufrechten dünnen tafelförmigen Stücken quer auf die sanfte Neigung gerichtet sind, auf welcher sie stehe, so ist es kaum möglich sich vorzustellen, dasz sie von den Bergen hinter ihnen herabgerollt sein könnten; man wird daher zu dem Schlusse geführt, dasz sie nahezu senkrecht von einer Höhe herab in ihre gegenwärtige Stellung herabgestürzt sind.

Der felsige und steile Wall, über welchen das Eis aus dem Amphitheater vom See Idwell in das Thal von Nant-Francon herabflosz, bietet von seinem Gipfel bis hinab zu seinem Fusze (zwischen 400 und 500 Fusz) die auffallendsten Beispiele von höcker- oder kuppelförmigen Felsen dar, und zwar in einem Grade, dasz sie zu einigen der Tafeln in AGASSIZ's Werk über die Gletscher hätten als Originale dienen können. Wenn zwei dieser Buckel nahe aneinander stehen und nur durch eine kleine Schlucht getrennt sind, so sind ihre steilen abgerundeten Seiten meistens deutlich mit Linien gefurcht, welche unbedeutend gegen das davor liegende Thal geneigt sind. Der Gipfel dieser Kuppeln ist vergleichsweise selten gefurcht; aber auf einer derselben dicht bei der Brücke über den Flusz Ogwin bemerkte ich einige merkwürdige zickzackförmige Schrammen. An dieser Stelle ist die Spaltungsrichtung des Schiefers stark geneigt, und, allem Anscheine nach in Folge der verschiedenen Härtegrade der Platten, sind glatte und sanfte Furchen, quer zu den Schrammen und zu dem wahrscheinlichen Laufe des Eises stehend, durch das Reiben des Eises hervor gebracht worden. Hier, ebenso wie an einigen wenigen andern Stellen bemerkte ich eine Erscheinung, welche es mit groszer Lebendigkeit klar machte, dasz sich diese Felsenkuppeln durch irgend einen, von der gewöhnlichen Erosion durch Wasser oder die Atmosphäre völlig verschiedenen Procesz gebildet haben; es ist dies das, von der glatten

Oberfläche einer solchen Kuppel steile Vorragen eines Felsstücks, welches einige wenige Yards im Geviert und einen oder zwei Fusz hoch ist und dessen Oberfläche so wie der Höcker, auf welchem es steht, geglättet und geschrammt ist, dessen Seiten aber zackig sind; wenn ein Bildhauer eine kleine Figur aus einer grösseren herauszumeiseln hätte, so würden die steil vorspringenden Theile, ehe er seine Arbeit ganz vollendete, diesen Gesteinsmassen zu vergleichen sein: woher es kommt, dasz ein Gletscher, wenn er einen solchen kuppelförmigen Felsen zu einer geringeren Grösze abschleift, jemals eine kleine Partie angenscheinlich unberührt lassen kann, ist mir unverständlich.

Auf dem Gipfel einiger dieser kuppelförmigen Hügel an diesem Felsenwall finden sich aufliegende erratische Blöcke; diese Erscheinung ist aber bei weitem auffallender dicht bei Capel Curig zu sehen, wo beinahe jeder solcher kuppelartige Felsen südlich vom Gasthofs einen oder mehrere eckige Massen einer fremden Felsenart trägt. Der Contrast zwischen der rohen Gestalt dieser Blöcke und den glatten wazigen Felshöckern, auf denen sie ruhen, fiel mir als eine der merkwürdigsten, durch die Bewegung der Gletscher hervorgebrachten Wirkungen auf. An den Abhängen der Berge oberhalb Capel Curig beobachtete ich einige erratische Blöcke, welche an sehr schmalen Felsvorsprüngen liegen geblieben waren, und andere von ungeheurer Grösze, welche in Gruppen zerstreut umher lagen. Der gröszte der von mir beobachteten erratischen Blöcke war ungefähr 26 Fusz lang und 12 Fusz breit und bis zu einer nicht zu bestimmenden Dicke eingegraben.

Geht man das grosze gerade Thal von Nant-Francon hinab, welches früher die vereinigten Gletscher aus den Seen Idwell und Ogwyn geführt haben musz, so begegnen wir beständig kuppelartig gebildeten Felsen bis unterhalb des Dorfes Bethesda. Von diesem Punkte an nach Bangor zu werden diese kuppelförmigen Felsen selten; wenigstens ist sicher, dasz eine grosze Zahl von Felsblöcken mit rauhen Oberflächen vorspringen, während höher hinauf in diesem Thale und in allen den groszen centralen Thälern von Snowdonia derartige nicht abgeschliffene Felsmassen nicht anzutreffen sind. Bei Bethesda trifft man zuerst auf nicht geschichtete Massen weiszlicher Erde, von zehn bis vierzig Fusz Dicke, welche voll sind von meist abgerundeten, aber auch theilweise eckigen Gesteinsbruchstücken von einem bis zu vier

Fusz im Geviert. Diese Ablagerung ist deshalb interessant, weil die Steine tief geschrammt sind, wie die Felsen in situ, über welche ein Gletscher gegangen ist. Die Schrammen sind zuweilen unregelmässig und gekrümmt, meistens aber völlig parallel, wie ich über die eine ganze Seite eines groszen Felsblocks weg sah. Einige dieser Blöcke waren nur an einer Seite geschrammt, andere auf zwei Seiten, aber wegen der Schwierigkeit die grösseren Blöcke umzudrehen weisz ich nicht, welches der häufigere Fall ist. Ich sah einen groszen Block, an welchem die Schrammen auf den entgegengesetzten Seiten sämtlich parallel waren, ferner einen andern unregelmässig conischen, vier Fusz langen, an welchem drei Viertel des Umfangs mit parallelen, nach der Spitze zu convergirenden Streifen gezeichnet waren. An den kleinen, länglichen, sechs bis zwölf Zoll im Durchmesser haltenden Blöcken beobachtete ich, dasz die Streifen meistens, wenn nicht immer, ihrer längeren Axe parallel waren, was beweist, dasz sie sich, als sie der reibenden Kraft ausgesetzt waren, in der Richtung des geringsten Widerstandes angeordnet hatten. Von drei groszen Blöcken, welche in eine senkrechte Kluft eingeklemmt geblieben waren, waren die senkrechten Seiten von zweien in horizontalen Linien und vom dritten in einer schrägen Richtung geschrammt. Diese verschiedenen Thatsachen, besonders die parallelen Streifen an der oberen und unteren Fläche, zeigen, dasz die Blöcke nicht an der Stelle gefurcht wurden, wo sie jetzt eingebettet liegen, wie es bei den erratischen Blöcken der Fall gewesen zu sein scheint, welche Mr. MACLAREN² in steinigem Thon (Löss) in der Nähe von Edinburg beschrieben hat. Sehr auffallend ist der Contrast im Zustande der Oberfläche dieser Gesteinsstücke und derjenigen, welche an den Gehängen der anstosenden Berge und der groszen centralen Thäler hinauf zerstreut liegen oder auf den niedergewaschenen Massen nackten Felsens aufsitzen; derartige Steinblöcke bieten, wie ich besonders bemerkte, keine Anzeichen von Schrammen oder Streifen dar, wie man hätte im Voraus erwarten können, wenn sie, wie angenommen wird, auf der Oberfläche der Gletscher fortgeführt wurden. In den Steinbrüchen, welche ich untersucht habe, nämlich unterhalb Bethesda und in einer geringen Höhe auf der östlichen Seite des Dorfes, ruhte der steinige Thon auf nicht in kuppelförmige Hügel abgewaschenem Schiefergestein. Ich fand indessen ein ziemlich glattes

² Geology of Fife and the Lothians, p. 212.

Stück Grünstein mit einigen wenigen tiefen Schrammen gezeichnet. Der Thon bildet in der Höhe, wahrscheinlich von 600 Fusz über dem Meeresspiegel, eine kleine, nach dem Meere hin sich abdachende Fläche; und zwischen Bethesda und Bangor finden sich noch andere geneigte, aus Thon und Kies bestehende Flächengebiete. Betrachtet man diese Thatsachen in Verbindung mit den später noch zu erwähnenden Beweisen für die neuerliche Erhebung dieser Küste, so kann ich nicht daran zweifeln, dasz sich der Thon in einer geneigten Schicht unterhalb des Wasserspiegels des Meeres bildete. In seiner Zusammensetzung ist er einigen von den Schichten im Feuerlande ähnlich, welche zweifellos diesen Ursprung hatten. Ich vermuthe, die geschrammten, abgerundeten und gestreiften Steinbruchstücke sind in der Form einer End-Moräne von dem groszen aus dem Thale von Nant-Francon herabsteigenden Gletscher in's Meer geschoben worden.

Mr. TRIMMER³ berichtet, nach dem Zeugnis einiger Arbeitsleute, dasz Seemuscheln auf Moel Faban, zwei Meilen nordöstlich von Bethesda, gefunden worden sind. Ich bestieg diesen und einige der benachbarten Berge, konnte aber keine Spur einer Ablagerung finden, von der es wahrscheinlich gewesen wäre, dasz sie Muscheln einschlösse. Es steht dieser Berg isolirt, aus dem Wege der Gletscher in den centralen Thälern herausgerückt; er ist höher als 1000 Fusz; seine Oberfläche ist zackig und bietet nicht die geringste Erscheinung vom Fortrücken von Gletschern dar; aber hoch an seinen Seiten hinauf (und vielleicht selbst auf seinem Gipfel) finden sich grosze, eckige und abgerundete Blöcke von fremdem Gestein.

Der Meeresküste zwischen Bangor und Caernarvon entlang und auf der Ebene von Caernarvonshire bemerkte ich keine kuppelförmigen Hügel von Gestein. Das ganze Land ist an den meisten Stellen mit Lagen von Thon und geschichtetem Kiese bedeckt, an deren Oberfläche erratische Blöcke zerstreut umher liegen; einige dieser Blöcke waren geschrammt. In Folge der von TRIMMER⁴ gegebenen Schilderung seiner

³ Proceedings of the Geological Society, Vol. I. p. 332, oder Philosoph. Magaz., 2. Ser., Vol. X. p. 143. Trimmer war einer der ersten, welcher die Schrammen und andere Zeichen an den Felsen von Nord-Wales beobachtete. Er hat auch bemerkt, dasz „einige der gröszeren Blöcke zwischen dem Kies auf ihrer „Oberfläche tiefe Ritzen haben.“ Trimmer selbst hat zerbrochene Seemuscheln im Diluvium bei Beaumaris gefunden.

⁴ Proceedings of the Geolog. Society, Vol. I. p. 332; Philosoph. Magaz., a. a. O.

merkwürdigen Entdeckung von zerbrochenen Stücken von *Buccinum*, *Venus*, *Natica* und *Turbo* unter einer zwanzig Fusz dicken Lage von Sand und Kies auf Moel Tryfan (südöstlich von Caernarvon) bestieg ich diesen Berg. Seine Höhe beträgt 1192 Fusz⁵ über dem Meere; er ist mit erratischen Blöcken fremden Gesteins überstreut, von denen die meisten dem Anscheine nach von den benachbarten Bergen herühren; aber in der Nähe des Gipfels fand ich die abgerundeten Kreide-Feuersteine⁶ und kleine Stücke eines weissen Granits, welche Dr. BUCKLAND erwähnt hat. Seine Form ist conisch und er steht isolirt; wo nur immer das nackte Gestein durchbricht, ist seine Oberfläche zackig rauh und bietet kein Zeichen dar, dasz sie an irgend einem Theile in Kuppeln ausgewaschen worden wäre. Der Contrast zwischen dem oberflächlichen Theile des nackten Gesteins auf diesem Berge und auf Moel Faban und dem der Gesteine innerhalb der groszen centralen Thäler von Caernarvonshire ist sehr merkwürdig; es ist ein Contrast von genau derselben Art, wie man ihn beobachten kann, wenn man in diesen selben Thälern an beiden Seiten hinaufsteigt bis über den Bereich der alten Gletscher hinaus. Eine kleine Strecke am Berge hinab sieht man eine zwei oder drei Fusz mächtige Schicht von zerbrochenen Schieferfragmenten, mit einigen wenigen unvollkommen abgerundeten Rollsteinen und Findlingssteinen verschiedener Gesteinsarten untermischt, an mehreren Stellen auf dem Schiefer ruhen, dessen Oberfläche bis zur Tiefe von mehreren Fuszen zerfallen, zerbrochen und in einer sehr merkwürdigen Art und Weise verdreht ist. Die blättrigen Bruchstücke haben indessen zuweilen theilweise ihre ursprüngliche Lage beibehalten.

Es gelang mir nicht, irgend welche Muschelfragmente zu finden; aber in der Nähe des Gipfels des Berges auf der östlichen oder nach dem Inlande zugekehrten Seite fand ich mindestens zwanzig Fusz mächtige Lager von unregelmässig geschichtetem Kies und Gesteinstücken mit deutlichen und völlig bestimmten Lagen eines groben gelben Sandes und andern von fein thoniger Beschaffenheit und röthlicher Farbe. Diese Lager sind denen von Shropshire und Staffordshire äusserst ähnlich, in welchem (wie ich es selbst an sehr vielen Stellen

⁵ Murchison, Silurian System, p. 528.

⁶ Ich will erwähnen, dasz ich bei Little Madely in Staffordshire Kreide-Feuersteine in den Kiesschichten in Gesellschaft von jetzt lebenden Species von Seemuscheln gefunden habe.

beobachtet habe) Fragmente von Seemuscheln gefunden werden, und von denen seit dem Erscheinen von MURCHISON's Capiteln über die Triftbildung dieser Grafschaften, wie ich glaube, Jedermann zugibt, dasz sie submarinen Ursprungs sind. Man darf daher schlieszen, dasz die Lager von grobem und thonigem Sand und von Kies, mit weither transportirten Roll- und Findlingssteinen, ihren Ursprung nicht einer Überschwemmung verdanken, sondern abgelagert wurden, als der Gipfel von Moel Tryfan unter die Oberfläche des Meeres untergetaucht stand. Da keine Zeichen von einem Übergange von Gletschern über diesen Berg vorhanden sind (was allerdings seiner Lage nach sich kaum ereignen konnte), so müssen wir annehmen, dasz die Wandersteine von schwimmendem Eise transportirt wurden; und dies stimmt auch mit der weit entfernten Ursprungsstätte einiger dieser Rollsteine und mit dem Vorhandensein von Seemuscheln überein. Innerhalb der centralen Thäler von Snowdonia scheinen die erratischen Steine ganz und gar den Gesteinen der Gegend selbst anzugehören. Dürfen wir nicht vermuthen, dasz die Eisberge, als sie über die Oberfläche weg rieben und von den Gezeiten aufgehoben und niedergelassen wurden, die weichen Schieferfelsen in derselben Weise zerbrachen und zerstieszen, wie sie die sedimentären Schichten der Ostküste von England (wie LYELL⁷ gezeigt hat) und des Feuerlandes verstört zu haben scheinen? Obgleich ich nicht im Stande war, auf Moel Faban irgend welche Schichten zu finden, von denen es wahrscheinlich gewesen wäre, dasz sie Seemuscheln bewahren sollten, so kann ich doch, in Anbetracht des Fehlens von Anzeichen eines Übergangs von Gletschern über diesen Berg, nicht daran zweifeln, dasz die erratischen Steine an seiner Oberfläche auf schwimmendem Eise transportirt wurden.

Das Hin- und Her-Getriftet-werden und das, lange Perioden hindurch stattfindende Reiben zahlreicher Eisberge an hintereinander sich erhebenden Küstenstrecken, wodurch der Grund häufig aufgerührt wurde und Gesteinsfragmente auf ihn niederfielen, erklärt die sich abdachende Fläche nichtgeschichteten steinigen Thons, glegentlich in Verbindung mit Lagern von Sand und Kies, welche den Westen und Norden der groszen Berge von Caernarvonshire umsäumen.

⁷ On the Boulder Formation of Eastern Norfolk; Philosoph. Magaz., 3. Ser., Vol. XVI. May, 1840, p. 351.

In einer vor der Geological Society gelesenen Abhandlung⁸ habe ich bemerkt, dass Gesteinsblöcke von schwimmendem Eise unter verschiedenen Bedingungen transportirt werden: 1) durch das Frieren des Meeres, in Ländern, wo das Clima das tiefe Hinabsteigen der Gletscher nicht begünstigt; 2) durch die Bildung von Eisbergen in Folge des Herabsteigens von Gletschern von nicht sehr hohen Bergen in das Meer, in solchen Breiten (so z. B. in der Breite von Genf oder von der Loire-Mündung in der südlichen Hemisphäre), wo die Oberfläche des Meeres niemals gefriert; und 3) durch beide Wirkungen in Verbindung. Ich habe ferner bemerkt, dass der Zustand und die Art der transportirten Steine meistens durch die Art, wie sich das schwimmende Eis gebildet hat, beeinflusst worden sein wird. In Übereinstimmung mit diesen Ansichten will ich noch bemerken, dass es nach dem niedrigen Niveau der Kreideformation in England nicht wahrscheinlich zu sein scheint, dass abgerundete Kreide-Feuersteine selbst in den kältesten Zeiten häufig auf die Oberfläche von Gletschern gefallen sein können. Ich komme daher zu dem Schlusse, dass derartige Rollsteine wahrscheinlich durch das Gefrieren des Wassers an den alten Meeresküsten eingeschlossen worden sind. Wir sind indessen im Besitze der deutlichsten Beweise für die Existenz von Gletschern in dieser Gegend; und offenbar erreichten, als das Land ein niedrigeres Niveau hatte, einige von den Gletschern, wie bei Nant-Francon, das Meer, wo sich dann gelegentlich mit Fragmenten beladene Eisberge gebildet haben werden. Wir dürfen annehmen, dass auf diese Weise die groszen eckigen Blöcke walliser Gesteine transportirt worden sind, welche über die mittleren Grafschaften von England zerstreut liegen⁹. Ich habe in den Thälern in der Nähe von Capel Curig und

⁸ 5. May, 1841: „On the distribution of Erratic Boulders, and on the contemporaneous unstratified deposits of South America“; in: Transactions of the Geological Society of London; 2. Ser. Vol. VI. 1841. p. 415—431. Deutsch, s. diesen Band, 2. Abth. p. 57.

⁹ Auf dem Gipfel von Ashley Heath in Staffordshire findet sich ein eckiger Block von syenitischem Grünstein, vier und einen halben zu vier Fusz im Geviert und zwei Fusz dick. Dieser Punkt liegt 803 Fusz oberhalb des Meeresspiegels. Aus dieser Thatsache, in Verbindung mit den sich auf Moel Tryfan und Faban beziehenden, müssen wir, wie ich glaube, schlieszen, dass dieser ganze Theil von England in der Periode des schwimmenden Eises tief untergetaucht war. Nach den früher von mir entwickelten Gründen (Philosoph. Transact., 1839) zweifle ich nicht daran, dass in dieser selben Zeit die centralen Theile von Schottland min-

in Nant-Francon sorgfältig nach Schichten von Rollsteinen oder andern Zeichen von mariner Erosion gesucht, habe aber keine entdecken können; als indessen Moel Tryfan und Faban unterhalb des Meeresspiegels standen, müssen sich Buchten von Seewasser hoch hinauf oder ganz und gar durch diese Thäler erstreckt haben, und wo dieselben tief waren, werden die Gletscher (wie gegenwärtig in Spitzbergen¹⁰) sich auf der Oberfläche des Wassers schwimmend herausgezogen und leicht in groszen Stücken gelöst haben. Nach dem Vorhandensein kuppelförmiger Felsen weit unten im Thale von Nant-Francon und an den Ufern der Seen von Llanberis (310 Fusz über dem Meere) ist es offenbar, dasz Gletscher die Thäler erfüllten, nachdem das Land bis nahe zu seiner gegenwärtigen Höhe emporgehoben worden war; und diese Gletscher müssen aus den Thälern all den Schutt rein ausgekehrt haben, welchen das Meer zurückgelassen hatte. Soweit meine sehr beschränkten Beobachtungen reichen, vermuthe ich, dasz kuppel- oder höckerförmige Felsmassen als eines der besten Kennzeichen dienen werden, um zwischen den von Gletschern und den von Eisbergen hervorgebrachten Wirkungen zu unterscheiden¹¹.

destens 1300 Fusz tiefer standen, als ihr jetziges Niveau, und dasz ihre Hebung seitdem sehr langsam gewesen ist. Der erratiche Block auf Ashley Heath ist wahrscheinlich dem Zerfall durch atmosphärische Einflüsse länger ausgesetzt gewesen, als irgend ein anderer in diesem Theile von England. Es interessirte mich daher, den Zustand seiner untern Fläche, welche zwei Fusz in compactem eisen-schüssigen Sande eingebettet lag (er enthielt nur Quarz-Rollsteine aus dem darunter liegenden Buntsandstein), mit dem oberen Theile zu vergleichen. Ich konnte indessen in der Erhaltung der scharfen Umrisse seiner Seiten nicht den geringsten Unterschied wahrnehmen. Ich liesz ein Loch unter einem andern groszen erratiche Block von dunkelgrünem feldspathigen Schiefergestein graben, der in einem tieferen Niveau lag; er lag 18 Zoll weit vom Buntsandstein entfernt und war von ihm durch Sand getrennt, welcher zwei Rollsteine von Granit und einige eckige und abgerundete Massen von Buntsandstein enthielt. Eine der abgerundeten Kugelmassen des letztern Gesteins war in zwei Stücke gespalten und tief geschrammt, offenbar durch das Stranden des erratiche Blockes.

¹⁰ Dr. Martens, über die Gletscher von Spitzbergen, in: New Edinb. Philos. Journ., 1841, Vol. XXX, p. 288.

¹¹ Ich habe in meiner ‚Reise‘ (Übersetzung, p. 283 flgde.) zu zeigen versucht, dasz viele von den, sonst Überschwemmungen und der Bewegung von Gletschern auf festem Lande zugeschriebenen Erscheinungen aller Wahrscheinlichkeit nach durch die Wirkung des Strandens von Eisbergen hervorgebracht worden sind. Ich habe nach der Autorität des Dr. Richardson angegeben, dasz die felsigen Betten der Flüsse in Nord-America, welche Eis führen, geglättet und polirt sind, und (p. 288, Anm.) dasz die Eisberge vor den Arctischen Küsten sämtliche Rollsteine vor sich her schieben und die submarinen Felsplatten absolut nackt lassen.

Dr. BUCKLAND hat im Detail die Zeichen vom Durchgang von Gletschern beinahe dem ganzen Verlauf der groszen centralen Walliser Thäler entlang beschrieben; ich beobachtete, dasz diese Zeichen in der Höhe von einigen Hundert Fusz an den Bergabhängen, oberhalb der Wasserscheiden, augenfällig waren, da wo sich die bei Conway, Bangor, Caernarvon und Tremadoc in das Meer ergießenden Flüsse theilen: es geht hieraus hervor, dasz Jemand, der von einem der genannten Orte (oder eine Strecke weit oberhalb, wo die Gletscher in den Thälern endeten) ausgieng, früher, ohne vom Eise herunter zu kommen, an einem der andern drei Orte oder weit unten in den Thälern, in denen sie liegen, herausgekommen wäre. Die Berge müssen in dieser Zeit Inseln gebildet haben, welche von einander durch Eisströme getrennt und vom Meere umgeben waren. Die Mächtigkeit des Eises in mehreren dieser Thäler ist grosz gewesen. Im Thale von Llanberis bestieg ich einen sehr steilen Berg, in Ost-Nordost vom obern Ende des obern Sees, welcher unbedeutend vorspringt, da wo sich das Thal ein wenig biegt. Auf den unteren 1000 Fusz (ich glaube, richtig geschätzt zu haben) sind die von den Gletschern zurückgelassenen Zeichen sehr deutlich, besonders in der Nähe der oberen Grenze, wo sich auf Gesteinskuppeln aufsitzende Findlingsblöcke finden und wo die Schrammen an den beinahe senkrechten Felswänden, wie ich meine, deutlicher sind als irgendwelche andere, welche ich gesehen habe. Diese Schrammen sind meistens unbedeutend nach dem Meere zu geneigt, aber in verschiedenen Winkeln, wie es die Oberfläche des Gletschers früher gewesen sein musz. Aber an einer besonderen, ungefähr zu 50 Graden geneigten Felsenwand stiegen continuirliche, scharf ausgesprochene und beinahe parallele Linien unter einem Winkel von 18° mit dem Horizonte aufwärts, d. h. in einem der Oberfläche des Gletschers entgegengesetzten Sinne. Diese Felsenwand lag nicht parallel mit den Seiten des Hauptthales, sondern bildete die eine Seite des abfallenden Bergendes, über und um welches herum das Eis mit ungeheurer Gewalt herumgeschwenkt sein und sich seitlich ausgebreitet haben musz, nachdem es bei dem oben erwähnten Vorsprung dicht eingeeengt worden war. An diesem Punkte, wo sich der Gletscher nach Westen herumgewendet und ausgebreitet hat, scheint sich seine Oberfläche auf einer kurzen Strecke bedeutend geneigt zu haben; denn an einem Berge, welcher ungefähr eine Viertel-Meile nordwestlich von dem Vorsprung liegt und einen untern Theil desselben Bergzugs bildet

(er liegt südöstlich von der Victoria Inn und hat einen röthlichen Gipfel), finden sich die Zeichen für den Durchgang des Gletschers auf einem beträchtlich niedrigeren Niveau. Indessen sind auf dem Gipfel selbst dieses Berges mehrere grosze Gesteinsblöcke von ihren Stellen bewegt worden, als wäre gelegentlich das Eis über den Gipfel weggegangen, aber nicht hinreichende Zeit lang, um ihn glatt zu reiben.

Ich kann mir keine instructivere und interessantere Belehrung denken für irgend Jemand, welcher (wie ich es that) die von dem Fortschreiten der Gletscher hervorgebrachten Wirkungen kennen zu lernen wünscht, als einen Berg zu besteigen wie einen von den, südlich vom obern See von Llanberis gelegenen, welcher vom Fusz bis zum Gipfel aus derselben, ähnlich geschichteten Felsart besteht. Die untern Partien bestehen gänzlich aus convexen Kuppeln oder Höckern nackten Gesteins, meistens geglättet, aber mit oft tief in nahezu horizontalen Linien geschrammten Seiten und mit, gelegentlich aufsitzende Findlinge fremden Gesteins tragenden Gipfeln. Andererseits sind die obern Partien weniger entblöszt und die zackigen Enden der schiefrigen Felsen springen in unregelmässigen Vorsprüngen durch den Rasen durch; es sind keine glatten Gesteinkuppen, keine geschrammten Flächen, keine Findlinge zu sehen; und dieser Wechsel wird durch ein Emporsteigen von nur einigen wenigen Yards hervorgebracht! Der Contrast ist so grosz, dasz ein Jeder, welcher diese Berge aus der Entfernung besieht, in vielen Fällen ganz natürlich zu dem Schlusse kommen würde, dasz ihre Basen und ihre Gipfel aus ganz verschiedenen Formationen beständen.