

Die einstige Vergletscherung der Australischen Alpen.

Von Prof. Dr. Robert v. Lendenfeld in Prag.

Das australische Festland liegt zwischen den südlichen Breitengraden $10^{\circ} 50'$ und $39^{\circ} 10'$, den Jahresisothermen $+27^{\circ}$ und $+10^{\circ}$ und den Sommerisothermen $+35^{\circ}$ und $+18^{\circ}$. Die mittlere Höhe des Kontinents ist nicht unbedeutend und dürfte ungefähr (Sievers 1902) 310 m betragen. Gleichwohl steigt das Land nirgends zu bedeutenderer Höhe an. Mit Ausnahme einzelner Erhebungen von geringer Masse im nordwestlichen und zentralen Teile Australiens liegt der Westen und die Mitte des Kontinents unter 1000 m. Nur im Osten ist die vertikale Entwicklung etwas bedeutender. Hier erhebt sich das alte Faltengebirge der australischen Kordillere, welches der Ostküste nahe liegt, ihr parallel verläuft und wie die Küste selbst einen nach O konvexen Bogen bildet. Es sind jedoch auch in diesem Gebirge die Höhen nicht groß. Die bedeutendste Massenerhebung liegt in der Nähe des Südendes der Kordillere. Hier, in der Südostecke Australiens, findet sich zwischen 35° und 38° S. ein etwa 25 000 qkm großer, durchschnittlich 150 km von der Küste entfernter Landstrich, welcher über 1000 m emporragt, und in dem die Berge, es sind das die Australischen Alpen, bis zu Höhen von 2000 m und darüber ansteigen.

Es ist demnach Australien ein der Bildung von Gletschern wenig günstiges Land, und es ist gegenwärtig kein Teil desselben vergletschert. Anzeichen einer früheren Vergletscherung Australiens sind zuerst von Selwyn in der Kolonie Südaustralien nahe der Südküste entdeckt und im Jahre 1859 beschrieben worden¹⁾. Ähnliche Spuren

¹⁾ Geological Note on a Journey in South Australia from Cape Jarvis to Mount Serle. (Parliamentary Papers S. A., Adelaide, Nr. 20, S. 4.)

sind seither an vielen Stellen in Süd- und selbst in Mittelaustralien gefunden worden. Es hat sich herausgestellt, daß diesen Bildungen ein sehr hohes, vermutlich permokarbonisches Alter zuzuschreiben ist. Penck (1901)¹⁾, welcher neuerlich die hierauf bezüglichen Angaben zusammenfassend bearbeitet hat, kommt zu dem Schlusse, daß diese Erscheinungen, welche gewöhnlich als Anzeichen einer permokarbonischen Vergletscherung Australiens angesehen werden, zwar in vielen Stücken Eiswirkungen ähneln, aber doch auch in mancher Hinsicht rätselhaft sind und vielleicht gar nicht strömendem Eise, sondern Rutschungen ihre Entstehung verdanken.

Mit dieser mehr oder weniger problematischen permokarbonischen Vergletscherung, welche, soweit bekannt, in den Australischen Alpen keine Spuren zurückgelassen hat, wollen wir uns hier nicht weiter beschäftigen.

Die ersten Angaben über eine neuere, der großen nördlichen Eiszeit vergleichbare, spät- oder posttertiäre Vergletscherung Australiens wurden im Jahre 1867 von Tenison Woods veröffentlicht. Dieser hatte an den kaum 1200 m hoch ansteigenden Blauen Bergen bei Sydney angebliche Spuren neuerer Gletscher untersucht und gefunden, daß sie nicht glazialer Natur sind (1867), und dann (1882) aus dem negativen Ergebnis jener Untersuchung den Schluß gezogen, daß es in Australien keine Eiszeit gegeben habe. Howitt (1879) hatte gewisse, gleichfalls in geringer Höhe in Gippsland vorkommende Konglomerate, die als Glazialbildungen in Anspruch genommen worden waren, studiert, als Ergebnis dieser Untersuchung die Behauptung aufge-

¹⁾ Diese Jahreszahlen sind zugleich die Verweiszahlen auf die Literaturliste am Ende dieser Abhandlung.

stellt, daß die Konglomerate mit Gletschern nichts zu tun hätten, und nun wie Tension Woods aus seinen negativen Befunden den Schluß gezogen, daß es in Australien keine Eiszeit gegeben hätte. Diese negativen Angaben haben in Lehrbüchern Eingang gefunden und sind heute noch in solchen anzutreffen.

Howitts Angaben teilte, wie ich — obwohl seine bezügliche Arbeit (1885) noch nicht veröffentlicht war — wußte, Griffiths nicht. Von den permokarbonischen, als Gletscherspuren angesehenen Bildungen in Südaustralien und Victoria wußte man damals auch noch nicht viel, und einige von ihnen wurden für Spuren neuerer Gletscher gehalten. So war man denn damals bezüglich der australischen Eiszeit sehr im unklaren.

Mir als Äpler und Bergsteiger war es natürlich sofort klar, daß — woran Tension Woods und Griffiths nicht gedacht zu haben scheinen — diese Unklarheit am besten durch eine Untersuchung der höchsten australischen Gebirge entschieden werden könne: war Australien in spät- oder posttertiärer Zeit vergletschert gewesen, so mußte die Vergletscherung im Gebirge am bedeutendsten gewesen sein und hier die deutlichsten Spuren zurückgelassen haben; sind aber an den höchsten Bergen keine Gletscherspuren zu finden, so hat es in Australien keine solche neuere Eiszeit gegeben.

Ich war damals mit zoologischen Arbeiten in Sydney beschäftigt. Meine Sehnsucht, die damals noch sehr wenig bekannten Australischen Alpen zu besuchen, wurde durch diese Erwägungen bedeutend erhöht, und ich war sehr glücklich, als ich zu Anfang des Jahres 1885 durch die Zuvorkommenheit der Regierung von Neusüdwesten in den Stand gesetzt ward, eine Reise dahin zu unternehmen.

Die Haupterhebungen der Australischen Alpen sind das Kosciusko-Gebirge ostnordöstlich in Neusüdwesten und das Bogong-Gebirge westsüdwestlich in Victoria. Das Ziel meiner ersten australischen Alpenreise war das Kosciusko-Gebirge. Auf demselben angelangt, erkannte ich, daß das eine ausgedehnte, plateauartige, zwischen $36^{\circ} 20'$ und $36^{\circ} 40'$ S. gelegene Bergmasse ist, die in einer Ausdehnung von mindestens 300 qkm über 1650 m emporragt. Ich suchte, fand und erstieg den höchsten Gipfel, und es gelang mir, die allgemeinen Bauverhältnisse des Plateaus festzustellen und Gletscherspuren auf demselben zu entdecken. Die höchste Erhebung ist ein dem Ostrand des Plateaus genäherter, meridional verlaufender Rücken, und dieser bildet einen Teil der Wasserscheide zwischen dem Murray und den östlichen Küstenflüssen. Der höchste Gipfel, der Townsend- (Lendenfeld 1885 b, 1887) oder Kosciuskoberg (David 1901), zugleich der höchste Berg Australiens, erreicht eine Höhe von 2234 m. Die meisten Berge, und zu diesen gehört auch der höchste Gipfel, sind abgerundet und mit Alpenmatten bedeckt, nur wenige, wie der Müllers Pik, sind steiler und felsig. Das Plateau

besteht größtenteils aus Gneisgranit. In diesen ist südöstlich von dem wasserscheidenden Rücken ein Schieferstreifen, vermutlich untersilurischen Alters, eingeklemmt. Die Gestaltung der höchsten Talmulden und der anstehenden Felsmassen zeigen, daß diese Bergmasse einstens am Westabhang im Wilkinsontal bis zu 1800 m, am Ostabhang im Snowygebiet bis zu 1700 m herab vergletschert gewesen ist.

Diese in meinen ersten Berichten über jene Reise (1885, 1886 b) veröffentlichten Ergebnisse, nach denen es in Australien ebenso wie anderwärts eine quartäre Eiszeit gegeben habe, die Vergletscherung aber auf die höchsten Teile der Australischen Alpen beschränkt gewesen ist und die Gletscher nicht unter 1700 m herabgereicht haben, rief nach drei Richtungen hin Widerspruch hervor. Da ich in jenem damals noch völlig unbekanntem, unwegsamem und von menschlichen Wohnstätten weit entfernten Gebiet meine Aufmerksamkeit natürlich auf die großen Züge des Gebirgsbaues richten und von genaueren Detailforschungen absehen mußte, ruhten meine Schlüsse mehr auf dem ganzen Ensemble der wahrgenommenen Erscheinungen als auf speziellen Einzelbeobachtungen. Deshalb wollten Bonney u. v. a. mir nicht glauben und hielten an der alten Anschauung, daß es in Australien keine spätere oder quartäre Eiszeit gegeben habe, fest. Andere wieder, wie Hutton 1885, gaben zu, daß die höchsten Teile des Kosciusko-Gebirges zu dieser Zeit vergletschert gewesen sein mögen, meinten aber, daß eine solche lokale Vergletscherung nicht als eine der Eisbedeckung der nördlichen Halbkugel während der Glazialperiode gleichwertige angesehen, und die Zeit, in welcher sie stattfand, daher auch nicht eine Eiszeit (glacial period), sondern nur eine Gletscherzeit (glacier period) genannt werden dürfe. Stirling (1886) u. a. hinwiederum wandten sich gegen meine Angabe, daß nur über 1700 m eiszeitliche Gletscherspuren vorkämen, und behaupteten, daß im Gebiet des Bogong-Gebirges in Victoria die vorzeitlichen Gletscher viel weiter herabgereicht hätten.

Daraufhin unternahm ich im folgenden Jahre gemeinsam mit Herrn Stirling — diesmal von der victorianischen Regierung unterstützt — eine zweite Reise nach den Australischen Alpen, und zwar nach dem Bogong-Gebirge, während welcher ich den Kulminationspunkt desselben, den Bogongberg, bestieg.

Das Bogong-Gebirge liegt etwas über 100 km vom Kosciusko-Gebirge entfernt im WSW zwischen $36^{\circ} 40'$ und $37^{\circ} 20'$ S. Es besteht aus einem weit ausgedehnten, gegen 1000 qkm großen, über 1650 m hohen Plateau, den Bogong-Hochebenen, dem mehrere bis 1900 m und darüber hohe Gipfel aufgesetzt sind. Nördlich von den Bogong-Hochebenen und durch einen Einschnitt von ihnen getrennt, erhebt sich der 1984 m hohe Bogongberg, der höchste Gipfel dieses Gebirges und ganz Victorias. Wie im Kosciusko-Gebirge

sind auch hier im Bogong-Gebirge die meisten Gipfel abgerundet und mit Alpenmattenvegetation bedeckt, nur wenige, wie der Feathertopberg und der Bogongberg an seiner Nordseite, steiler und felsig. Der südliche Teil des Bogong-Gebirges, die Bogong-Hochebene, ist eine größtenteils von vulkanischen (basaltischen) Decken überlagerte Gneismasse. Der Bogongberg besteht aus grobkörnigem, von mächtigen vulkanischen Gängen durchsetztem Gneis.

Ich fand, daß auch hier im Bogong-Gebirge der allgemeine Charakter des Geländes und die Formen der anstehenden Felsen auf Eiswirkung hinwiesen, daß aber diese Gletscherspuren erstens weniger deutlich als auf der Höhe des Kosciusko-Gebirges sind und zweitens viel weiter herabreichen als dort. Hier am Bogong wurden einzelne fremde Felsblöcke und auch Gruppen von solchen, sowie Anhäufungen von Felstrümmern, die mit größter Wahrscheinlichkeit auf Transport durch Eis schließen lassen und als erratische Blöcke bzw. als Moränen anzusehen sind, in Höhen bis zu 1000 m herunter angetroffen. Es kommen aber in dieser Gegend bis 900 m, ja noch weiter herab merkwürdig abgerundete Felsen, erratische Blöcke und andere Bildungen vor, die es nicht unmöglich erscheinen lassen, daß hier die Gletscher der Eiszeit bis zu einem sehr tiefen Niveau herabgereicht haben (Griffith 1885, Lendenfeld 1886, 1887, Stirling 1886, 1887).

Als ich im Jahre 1886 jene Gebirge besuchte, war das Reisen und des Mangels an Karten wegen selbst die Orientierung in denselben mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden. Seither haben sich diese Verhältnisse viel günstiger gestaltet. Durch meine und die folgenden Reisen ist das Kartenbild vervollständigt worden, und durch die auf dem höchsten Gipfel des Kosciusko-Gebirges von Wragge errichtete, ständig bewohnte meteorologische Station ist die Erforschung des zentralen Teiles des letzteren ungemein erleichtert worden. Spätere Besucher des Kosciusko-Gebirges haben diese Station zu ihrem Hauptquartier gemacht und so Detailforschung in der Umgebung leicht durchführen können.

In den Jahren 1889 und 1893 besuchte Helms das Kosciusko-Gebirge, fand dort Moränen und geschrammte Geschiebe und kam zu dem Ergebnis (1894, 1894a, 1896), daß diese Bergmasse einstens bis zu einer Höhe von 1585 m herab vergletschert gewesen ist. Helms stellte es ferner als nicht unwahrscheinlich hin, daß die zahlreichen wenig über 900 m ü. d. M. gelegenen Seen im Monarobezirk in der Nähe des Kosciusko-Gebirges gleichfalls Gletschern ihre Entstehung verdanken.

Jaquet (1897) und Curran (1897, 1897a) aber, welche das Kosciusko-Gebirge in den darauffolgenden Jahren bereisten, sprachen sich im entgegengesetzten Sinne aus und behaupteten, daß dort keine Anzeichen einer früheren Vergletscherung vorkämen.

Kitson und Thorn (1895) hinwiederum traten für das

Vorhandensein einer einstigen Vergletscherung jenes Gebiets ein.

Penck (1901) zog aus den bis 1901 veröffentlichten Angaben über quartäre Gletscherspuren in den Australischen Alpen den Schluß, daß die allgemeine Gestaltung der höchsten Teile des Kosciusko-Gebirges, namentlich die dort vorkommenden Karseen, die Annahme einer einstigen Vergletscherung dieses Gebiets gerechtfertigt erscheinen lassen. Er bespricht auch den auffallenden Unterschied in der Höhe, bis zu welcher Gletscherspuren in Victoria (Bogong-Gebirge und seine Umgebung) und Neusüdwaies (Kosciusko-Gebirge) herabreichen. Dieser Unterschied weist nach Penck darauf hin, daß die Schneegrenze im Gebiet des Bogong-Gebirges zur Eiszeit um 200 oder gar 300 m tiefer gelegen sei als im Gebiet des benachbarten, nur sehr wenig weiter nördlich und kaum merklich ferner vom Meere gelegenen Kosciusko-Gebirges.

Fast gleichzeitig mit dieser Arbeit von Penck erschien eine ausführliche Schilderung der Gletscherspuren des Kosciusko-Gebirges von David, Helms und Pittman (1901). Diese haben nicht nur meine allgemeinen Angaben bestätigt, sondern auch eine beträchtliche Anzahl von gut erhaltenen Moränen und geschrammten anstehenden Felsen sowie Geschieben aufgefunden und photographiert. Einige von diesen Photographien sind in der zitierten Arbeit und zwei auch hier wiedergegeben (Abb. 1, 2).

Ich habe auf dem Kosciusko-Gebirge zwei Seen gesehen, einen größeren auf der Ostseite des Gebirges, den ich Albinasee nannte (1886b, 1887), und einen ganz kleinen am Ostfuß des Müllers Pik, nördlich vom Strzletzkippaß, für den ich zuweilen (1895 u. a. O.) im Texte den Namen Strzletzkisee gebrauchte, den ich aber auf meiner Kartenskizze nicht bezeichnet habe (1886, 1887). Spätere Besucher haben noch andere gefunden. Auf der neuesten, ein größeres Gebiet darstellenden Karte des zentralen Teiles des Kosciusko-Gebirges von David und Genossen (1901, Taf. 3) sind fünf Seen dargestellt: der Maysee und der Albinasee auf der Ostseite und der Klubsee, der Blaue See und der Hedleysee auf der Westseite der Wasserscheide. Der Albinasee der Davidschen Karte ist der wenig nördlich vom Strzeleckippaß am Ostfuß des Müllers Pik von mir gefundene und Strzeleckisee genannte, während der von mir Albinasee genannte mit dem Klubsee der Davidschen Karte identisch sein dürfte. Die übrigen von David dargestellten Seen liegen außerhalb des von mir überschrittenen Geländes. Bezüglich der Nomenklatur der Seen halte ich mich an die Davidsche Karte und brauche für die von mir entdeckten, Strzelecki- und Albinasee genannten Seen die Bezeichnungen Albinasee und Klubsee (= Albinasee Lendenfeld). Der Maysee (auch Kosciuskosee und Kutapatambasee genannt) liegt 1,4 km südlich vom Townsend- oder Kosciuscoberg, der Albinasee (= Strzeleckisee Lendenfeld) östlich vom Müllers Pik (Mont Townsend der

Davidschen Karte), der Klubsee (= Albinasee Lendenfeld 1885, auch Garrards Tarn und Harnetts Lake genannt) östlich vom Hauptkamm und demselben sehr nahe, halbwegs zwischen dem Müllers Pik und dem Twynamberg, der Blaue See, auch Lake Merewether genannt, welcher der größte von allen diesen Seen ist, 1,2 km südlich vom Twynamberg und der Hedleysee 0,7 km talabwärts. Der Maysee und der Albinasee liegen in verschiedenen Tälern des Murraygebietes, der Klubsee in einem Nebental des Snowyflusses und der Blaue See und Hedleysee im Evidencetal, welches ebenfalls dem Snowygebiet angehört.

Sehr schön geschrammte, anstehende Felsen finden sich in jenem, dem Murraygebiet angehörigen Hochtal, welches nordöstlich vom Müllers Pik nach N herabzieht, und in dessen Grund der Albinasee

sich ausbreitet (Abb. 1). Sie liegen 1900—2000 m ü. d. M., westlich vom Südeinde des Albinasees, und sind flach abgeschliffen, fast horizontal. Es finden sich da zwei pflasterartige Schliffplatten. Die größere ist gegen 30 m lang. Die Schrammen sind gerade und verlaufen $015^{\circ}N$. Viele lassen sich auf eine Länge von 15 m verfolgen. Die auffallendsten sind 12—25 mm tief.

Der Albinasee, dessen Spiegel 1932 m

ü. d. M. liegt, ist von einer Moräne aufgestaut worden. Ausgezeichnet erhaltene Gletscherschliffe — geschrammte anstehende Felsen — sowie deutliche alte Moränen finden sich auch im Evidencetal südöstlich vom Twynamberg. Der

schönste Schliff wurde westlich vom Blauen See gefunden; dieser Felsen liegt 1908 m ü. d. M. (Abb. 2). Durchschnittlich finden sich da 15 Schrammenfurchen auf 1 m Querprofil. Diese Furchen sind 25—150 mm breit und

8—37 mm tief. Sie verlaufen $S40^{\circ}O$, ganz gerade in der Richtung gegen jene große Endmoräne, welche den Blauen See im S einfaßt. 0,4 km oberhalb des Blauen Sees findet sich im Evidencetal in einer Höhe von 1960 m eine kleine, alte Endmoräne. Der Blaue See, welcher 1874 m ü. d. M. liegt, ist durch eine Moräne aufgestaut worden. Diese Moräne ist 61 m hoch und ragt 48 m über den See-

spiegel empor. Sie steht mit der schönen, schon früher von Helms (1894a) beschriebenen Seitenmoräne, welche einem Eisenbahndamm gleicht, im Zusammenhang. Der

unterhalb des Blauen Sees im Evidencetal gelegene Hedleysee verdankt auch der Stauwirkung einer alten Endmoräne seine Entstehung. Diese ist aus vier dicht beisammen liegenden Moränenkämmen zusammengesetzt. Der tiefste Teil dieser Moräne ist, soweit bekannt, die tiefste Stelle, bis zu welcher jene Gletscher des

Kosciusko-Gebirges sicher vorgedrungen sind. Sie liegt 1771 m ü. d. M. Es wurden aber auch weiter

unten, nicht weit von der Stelle, wo der Evidencebach in den Snowyfluß mündet, einzelne geschrammte Felsstücke gefunden, und es sind bis da hinunter die anstehenden Felsen schön geglättet. Man kann daher mit ziemlicher

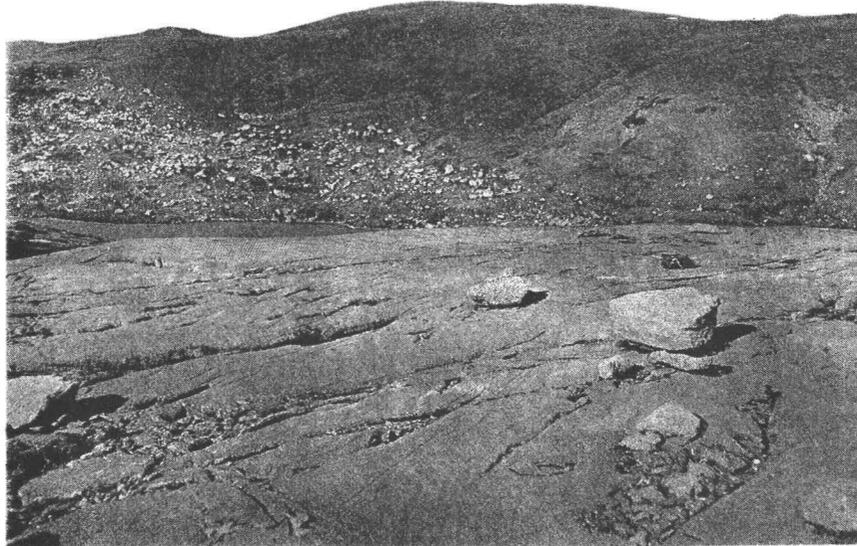


Abb. 1. Gletscherpolierte Felsplatte und erratische Blöcke im Albinatal (1932 m), dahinter der Albinasee. — Nach einer Photographie von E. F. Pittman.



Abb. 2. Geschrammter, anstehender Granit (1908 m) im Evidencetal westlich vom Blauen See. Nach einer Photographie von E. F. Pittman.

Sicherheit annehmen, daß der Evidencetal-Gletscher einmal bis hierher, d. i. bis zu einer Höhe von 1691 m, herabgereicht hat.

Wenn wir alles dieses zusammenfassen, so ergibt sich, daß die Gletscher im Kosciusko-Gebirge zu jener Zeit an der Westabdachung gegen das Murraygebiet im Albinatal bis 1920 und im Maytal bis 2012 m, am Ostabhang aber gegen den Snowyfluß im Evidencetal sicher bis 1771 und wahrscheinlich bis 1691 m Meereshöhe herabreichten. Während also ich aus meinen Beobachtungen den Schluß gezogen hatte (Lendenfeld 1885, 1885b, 1887), daß die deutlichen Gletscherspuren am Kosciusko-Gebirge am Westabhang bis 1800 und am Ostabhang bis 1700 m herabreichten, haben David und Genossen (1901) die Höhen der tiefsten von ihnen beobachteten deutlichen Gletscherspuren zu 1920 am Westabhang und zu 1691 m am Ostabhang angegeben. Es wäre also nach diesen Autoren der Unterschied der Vergletscherung der beiden Seiten des Gebirges zugunsten der Ostabdachung größer, als ich angenommen hatte. Ob dieser Unterschied so bedeutend ist, wie David und Genossen glauben, oder kleiner, das will ich dahingestellt sein lassen, vorhanden ist er aber jedenfalls. David und Genossen führen das weitere Herabreichen der Gletscher des Ostabhanges jenen des Westabhanges gegenüber auf drei Ursachen zurück: das Gelände fällt nach W steiler ab als nach O, so daß dort weniger Raum zum Ansammeln der Firmassen vorhanden ist wie hier; die Westabhänge werden von der Sonne stärker als die Ostabhänge erwärmt; der vorherrschende Wind ist WNW, was zu einer größeren Schneeansammlung auf der östlichen Leeseite als auf der westlichen Windseite des Gebirges Anlaß gibt. Den letzten Punkt kann ich aus eigener Erfahrung bestätigen, ich fand nämlich alle jene mehr oder minder dauernden Schneestreifen, welche nichts anderes als Schneewehenreste sind, stets nur an der Ostseite. Ob die beiden andern Punkte einen größeren Einfluß auf die Gletscherentwicklung ausgeübt haben, scheint mir zweifelhaft, denn auch im W finden sich große Hochmulden, wie z. B. das Wilkinsontal, und der Unterschied in der Erwärmung kann kein bedeutender sein. Dagegen möchte ich darauf hinweisen, daß der Ostabhang dem Meere, der Westabhang aber dem Lande zugekehrt ist, so daß die Niederschlagsmenge auf ersterem wohl eine bedeutendere als auf letzterem sein dürfte. Wir finden ja auch in andern Gebirgen, z. B. in Norwegen, die Seeseite der Berge viel stärker als die Landseite vergletschert, und so wie am Sulitelma die Schneegrenze am seeseitigen Westabhang des hier größeren Niederschlags wegen 300 m tiefer als am landseitigen Ostabhang liegt, mag wohl auch die tiefere Lage der Enden der einstigen Gletscher an der seeseitigen Ostseite als an der landseitigen Westseite in der Kosciuskogruppe auf die größere Niederschlagsmenge jener Seite zurückzuführen sein.

Die Doppelreihigkeit der alten Endmoränen, welche sowohl an der Ost- wie an der Westabdachung beobachtet wird, läßt erkennen, daß da zwei Gletschervorstöße stattgefunden haben. Diese scheinen jedoch nicht durch ein größeres Zeitintervall von einander getrennt und auch in bezug auf die Größe nicht sehr verschieden gewesen zu sein, so daß man sie wohl als Phasen einer und derselben Eis- oder Gletscherzeit ansehen kann.

Die 24 m bis über 61 m betragende Höhe und die 400—800 m betragende Länge der Moränen zeigen, daß die Gletscher, während sie diese Moränen aufbauten, ziemlich lange Zeit hindurch stationär geblieben sind.

Die Dicke der Gletscher der Westabdachung betrug im Maytal 61 m, im Albinatal 152 m, jene der Gletscher der Ostabdachung im Snowytal 91 m, im Evidencetal 122 m. Der längste von diesen Gletschern soll der 4,8 km lange Snowygletscher gewesen sein.

Auf Grund der seit Bildung der Moränen und Schrammen stattgehabten Erosion möchten David und Genossen (1901) vermuten, daß die Zeit, die seit jener Vergletscherung des Kosciusko-Gebirges verstrichen ist, 3000 bis 10000 Jahre betragen haben mag.

Außer diesen deutlichen Spuren einer vor verhältnismäßig kurzer Zeit stattgefundenen Vergletscherung bis 1700 m Meereshöhe herab, sind noch andere, weniger deutliche Spuren einer weiter ausgedehnten und älteren Vergletscherung des Kosciusko-Gebirges vorhanden. Oben ist erwähnt worden, daß Helms (1894a, 1896) die Ansicht hegt, daß die wenig über 900 m ü. d. M. gelegenen Seen des Monarobezirks im Kosciusko-Gebiet glazialen Ursprungs seien, und er meint, daß auch der ungefähr 760 m ü. d. M. gelegene Kulamatong-See bei Berridale innerhalb des Bereichs dieser Gletscher gelegen habe.

Wenn wir nun diese Ergebnisse überblicken, so kommen wir zu dem Schlusse, daß im Kosciusko-Gebirge deutliche Spuren einer jüngeren Vergletscherung bis zu 1700 m, undeutliche Spuren einer älteren Vergletscherung bis zu 760 m herab vorkommen, während am Bogong-Gebirge deutliche Eisspuren von der Art jener der jüngeren Vergletscherung des Kosciusko-Gebirges bisher nicht beobachtet worden sind, während weniger deutliche Spuren einer älteren Vergletscherung bis 1000 m herab am Bogongberg und bis 724 m herab am Omeo-See angetroffen werden.

In den mit den Australischen Alpen trotz ihrer größeren Äquatorferne und bedeutenderen Höhe einigermaßen vergleichbaren Pyrenäen liegt am Nordabhang das tiefste Gletscherende 500—600 m unter der Schneegrenze. Wenn nun in dem bis 2234 m ansteigenden Kosciusko-Gebirge die Eisströme der sicher nachgewiesenen jüngeren Vergletscherung bis 1700 m herabreichten, so wird hier die Differenz zwischen Gletscherendhöhe und Schneegrenzlage eine geringere als in den Pyrenäen gewesen sein und etwa 300 m betragen haben. Die Schneegrenze würde

dann in 2000 m Höhe gelegen haben. Penck (1901) verlegte¹⁾ dieselbe in 1800—1900 m Höhe. Sollten, wie es nach den Angaben vom Helms (a. a. O.) wohl wahrscheinlich ist, die Gletscher dieses Gebirges in älterer Zeit einmal bis 760 m ü. d. M., das ist um 940 m, tiefer herabgereicht haben, so müßte die Schneegrenze dort natürlich auch bedeutend tiefer gelegen haben; keineswegs aber um ebenso vieles tiefer als die Höhendifferenz der Gletscherenden (940 m). Wir müssen nämlich bedenken, daß das Kosciusko-Gebirge ein weit ausgedehntes, etwa 300 qkm großes, über 1650 m hohes Plateau ist, welches nach O und W steil zu dem tieferen Lande abfällt. Wenn nun die Schneegrenze so tief herabstieg, daß dieses ganze Plateau über dieselbe emporragte, so würde dort ein 300 qkm großes Firnfeld entstehen, das wohl imstande wäre, mehrere Gletscherzungen von beträchtlicher Größe über den Steilabfall hinaus und weit in das tiefere, umgebende Land hinab vorzuschieben. Ich glaube daher, daß eine Höhenlage der Schneegrenze von 1650 m im Kosciusko-Gebirge die Bildung von Gletschern, welche bis zur Höhe von 760 m herabreichen, zur Folge haben müßte. Es betrug dann der Unterschied in der Höhe der Gletscherenden und der Schneegrenze 890 m, was allerdings mehr als dieser Unterschied an der Nordseite der Pyrenäen, aber immer weit weniger als die Differenz von 1270 m ist, die in den Tiroler Zentralalpen zwischen der Schneegrenze und den tiefsten Gletscherenden liegt —; zur Zeit jener großen Vergletscherung wird das Kosciusko-Gebirge aber in dieser Hinsicht gewiß eher den Ostalpen als den Pyrenäen vergleichbar gewesen sein.

Auch das Bogong-Gebirge hat Plateaucharakter. Das Bogong-Plateau erreicht zwar keine so bedeutende Höhe wie das Kosciusko-Plateau, ist aber viel ausgedehnter, bei 1000 qkm groß, und es liegt dort eine noch viel ansehnlichere Fläche als im Kosciusko-Gebirge über 1650 m. Da nun auch dieses Plateau an den Rändern ziemlich steil abfällt, würde auch hier ein Herabsinken der Schneegrenze auf 1650 m Anlaß zur Bildung solcher großer und tief herabsteigender Eisströme geben, wie sie zur Erzeugung der am Bogong-Berg in 1000 m und am Omeo-See in 724 m Meereshöhe vorkommenden Gletscherspuren notwendig gewesen wären. Hier würde dann der Höhenunterschied zwischen den Gletscherenden und der Schneegrenze 926 m betragen haben, was durchaus nicht viel ist. Es scheint mir daher gar nicht notwendig, aus diesen Befunden über die Höhen der Gletscherenden (die Moräne im Mountaincreektal nördlich vom Bogongberg ist eine Endmoräne!) auf eine so tiefe Lage der Schneegrenze, wie Penck (1901), der ihre Höhe hier zu 1300—1500 m annimmt, zu schließen.

Ich möchte also glauben, daß es in den Australischen

¹⁾ Zur Zeit, als Penck dies niederschrieb, war die Arbeit von David und Genossen noch nicht erschienen.

Alpen zwei deutlich unterscheidbare Gletscherperioden gegeben hat. In der älteren dürfte die Schneegrenze im ganzen Gebiet der Australischen Alpen etwa 1650 m ü. d. M. gelegen sein. Damals waren die Plateaus des Bogong- und des Kosciusko-Gebirges mit Firnmassen bedeckt, welche Gletscherzungen über die Plateauränder hinab bis zu 724 m ü. d. M. ins tiefere Land entsandten. Den Spuren dieser Gletscher begegnet man sowohl im Gebiet des Kosciusko- wie im Gebiet des Bogong-Gebirges. Da das Plateau des letzteren viel weiter als jenes des ersteren ausgedehnt ist, waren die damaligen Bogong-Gletscher größer als die Kosciusko-Gletscher jener Zeit, und es ließen jene daher auch deutlichere Spuren als diese zurück. In der jüngeren von diesen Gletscherzeiten lag die Schneegrenze in einer Höhe von 2000 m, und zu dieser Zeit wurden daher nur die höchsten Teile des Kosciusko-Gebirges mit dauerndem Firne bedeckt, während auf dem Bogong-Gebirge keine Firnfelder gebildet werden konnten. Damals entstanden jene kleinen Gletscher auf dem Kosciusko-Gebirge, die bis 1700 m herabreichten. Innerhalb dieser Periode sind, wie wir gesehen haben, zwei Vorstoßphasen zu unterscheiden. Das Bogong-Gebirge war in dieser zweiten Eisperiode nicht vergletschert.

Wir wollen uns jetzt der Frage zuwenden, in welcher Höhe gegenwärtig die Schneegrenze über den Australischen Alpen liegt.

Die in der neuerlich auf dem höchsten Gipfel des Kosciusko-Gebirges errichteten meteorologischen Station angestellten Beobachtungen zeigen, daß die jährliche Mitteltemperatur dieses 2234 m ü. d. M. in 36° 30' S. gelegenen Punktes + 1,67° beträgt. Nach David und Genossen (1901) ist in dieser Breite die mittlere Temperatur im Meeresniveau + 15°, so daß wir also hier eine Wärmeabnahme mit der Höhe von ungefähr 0,6° auf 100 m, d. i. eine Höhenwärmeabnahmestufe (um 1°) von 166 m, hätten. Das ist wohl eine etwas raschere Temperaturabnahme mit der Höhe wie die gewöhnliche (Höhenstufe = 172 m), aber keine so rasche, als ich seinerzeit (1887) vermutete. Die mittlere Jahrestemperatur von 0° würde unter diesen Verhältnissen in einer Höhe von 2500 m liegen.

Clarke (1860) hat angegeben, daß der Schnee in den höchsten Teilen des Kosciusko-Gebirges stellenweise das Jahr überdauere und in eine Art Firn verwandelt werde. Ich (1885, 1887) und Helms (1896) haben auf diesem Gebirge im Hochsommer ziemlich viel Schnee gefunden, der in Gestalt von kleineren Flecken und langen Streifen östlich unter den höchsten Kammlinien liegt. Diese Streifen sind die Reste der im Winter entstehenden Schneewehen. An ihren unteren Rändern fand ich wohl Eis; das war aber kein Firn, sondern durch Wiedergefrieren des von dem Schnee abtauenden und herabrinnenden Wassers entstanden. Wirklichen Firn haben weder ich noch Helms gefunden, und ich möchte vermuten, daß überhaupt kein

solcher in den Australischen Alpen vorkomme, und daß Clarkes diesbezügliche Bemerkung auf einem Irrtum beruhe. Vielleicht ist er durch das Eis an den unteren Rändern der Schneestreifen zu dieser Angabe verleitet worden. Curran (1887a) hat — im Gegensatz zu Clarke, Helms und mir — keinen Schnee auf dem Kosciusko-Gebirge gesehen.

Im allgemeinen wird man sagen können, daß in den höchsten Teilen des Kosciusko-Gebirges vielerorts der zusammengewehte Schnee in beträchtlicher Ausdehnung den größten Teil des Jahres hindurch liegen bleibt, und daß es wohl auch einzelne Stellen geben wird, wo Schnee immer angetroffen werden kann. Dem entspricht auch der Name »Snowy Mountains«, mit dem diese Berge von den Anwohnern und auch auf einigen Karten belegt werden.

David und Genossen (1901, S. 64) haben angenommen, daß die Schneegrenze über dem Kosciusko-Gebirge gegenwärtig in derselben Höhe wie die mittlere Temperatur von 0° , also 2500 m hoch, 266 m über dem höchsten Gipfel liege. Irgend einen Grund für diese Annahme geben sie nicht an. Es scheint, als ob sie glaubten, die Schneegrenze müßte stets in jener Höhe liegen, wo eine mittlere Temperatur von 0° herrscht, was bekanntlich nicht der Fall ist. In Trockengebieten mit geringem Schneefall liegt die Schneegrenze in einer Höhe, wo eine mittlere Temperatur von weniger, in feuchten Gebieten mit bedeutendem Schneefall aber in einer Höhe, wo eine mittlere Temperatur von mehr als 0° herrscht. In Kiandra, auf der Höhe der Australischen Alpen, im N des Kosciusko-Gebirges beträgt die jährliche Niederschlagsmenge nahezu 1,5 m. Das entspricht ungefähr der Niederschlagsmenge hochgelegener Stationen in unsern Alpen (Großer St. Bernhard). In den europäischen Alpen liegt die Schneegrenze in Höhen, wo die mittlere Temperatur $-2,8^{\circ}$ bis $-3,8^{\circ}$ im Mittel $-3,3^{\circ}$ beträgt. Wenn nun im Kosciusko-Gebirge die Niederschlags-(Schnee-)Menge eine ähnliche wie in unsern Alpen ist, so müßte auch dort die Schneegrenze in der Höhe liegen, in welcher eine Temperatur von ungefähr $-3,3^{\circ}$ herrscht. Das würde nach den obigen Angaben über die Wärmeabnahme in den Australischen Alpen (Höhenstufe 166 m) eine Höhe von 3050 m sein. Johnston (1894) schätzt die Höhe der gegenwärtigen Schneegrenze über dem Kosciusko-Gebirge auf 3300, Penck (1901) auf 2900 m. Nach der obigen Rechnung würde sie zwischen diesen beiden Höhen liegen.

Auf dem Bogong-Berg erlebte ich im Frühherbst einen Schneesturm (1886, 1887); auch alten Schnee haben Stirling und ich damals dort gefunden. Stirling (1882) hat auch auf den Bogong-Hochebenen bedeutende Schneemassen im Sommer beobachtet. Über die dortigen Temperaturverhältnisse wissen wir unmittelbar nichts, weil es da keine meteorologischen Höhenstationen gibt. Auf Grund der Annahme, daß dieses Gebirge seinerzeit viel stärker

als das Kosciusko-Gebirge vergletschert war, hat Penck (1901) die Höhe der gegenwärtigen Schneegrenze über demselben zu 2700 m angenommen. Er bemerkt hierzu (a. a. O. S. 282), es könne dieser große Unterschied in der Höhe der Schneegrenze zum Teil vielleicht darauf beruhen, daß die Viktorianischen Alpen dem Meere näher liegen als das Kosciusko-Gebirge in Neusüdwesten. Für die Bogong-Hochebenen trifft das zu, wiewohl der Unterschied der Entfernung von der Küste klein ist, der Bogong-Berg aber, der einstens in ähnlicher Weise wie die südlichen Bogong-Hochebenen stark vergletschert war, ist genau ebensoweit vom Meere entfernt wie der Townsendberg. Das Ganze der Erscheinungen, denen man im Kosciusko- und im Bogong-Gebirge begegnet, namentlich die in beiden annähernd gleiche Höhe der Waldgrenze, scheinen mir dafür zu sprechen, daß in beiden die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in gleichen Höhen dieselben sind.

Man käme also zu dem Schlusse, daß die Schneegrenze gegenwärtig über dem Bogong- und dem Kosciusko-Gebirge gleich hoch liegt.

Über dem obersteirischen Bergland dürfte die Schneegrenze zwischen 2900 und 2950 m, also etwas tiefer als über den Australischen Alpen liegen. Es müßten daher mit derselben im Zusammenhang stehende Verhältnisse, wie sie auf den höchsten 2200—2234 m hohen Gipfeln des Kosciusko-Gebirges angetroffen werden, auf von 2120 bis 2180 m hohen, obersteirischen Bergen herrschen, während solche wie auf dem 1984 m hohen Bogong-Berg auf etwas über 1900 m ü. d. M. liegenden zu gewärtigen wären. 2120—2180 m hohe Berge in Obersteier sind der Ebenstein (2124 m), der Zeyritzkampel (2125 m) und der Vordernberger Reichenstein (2166 m), etwas über 1900 m hohe, die Rax, 2009 m und die Hohe Veitsch. Diese Gipfel kenne ich aus eigener Anschauung, und wenn ich im Geiste die Verhältnisse der drei erstgenannten mit jenen des Müllers Pik (2213 m) und Townsendberges (2234 m) im Kosciusko-Gebirge, und jene der zwei letztgenannten mit denen des Bogong-Bergs (1984 m) vergleiche, so scheint es mir, daß sie nicht ganz gleich sind, und daß die Verhältnisse dieser australischen Berge auf eine größere Nähe der Schneegrenze als die Verhältnisse jener obersteirischen hinweisen. Da meine Vorstellung von diesem Unterschied auf dem allgemeinen Gefühl und nicht auf bestimmten Tatsachen beruht, so läßt er sich nicht ziffermäßig ausdrücken, ich kann aber so viel darüber sagen, daß mich einerseits meine seitherigen Erfahrungen zu der Annahme veranlassen, daß ich früher (1887) diesen Unterschied zu hoch angesetzt habe, und daß andererseits das von mir auch jetzt vermutete Bestehen dieses Unterschieds darauf hinweist, daß die jetzige Schneegrenze über den Australischen Alpen tiefer als 3050 m liegt, was mit der Anschauung von Penck (1901) übereinstimmen würde.

Ich glaube sonach, daß man keinen großen Fehler be-

gehen wird, wenn man die Höhe der jetzigen Schneegrenze im ganzen Gebiet der Australischen Alpen zu 2950 m annimmt. Demnach würde die Schneegrenze in den Australischen Alpen zur Zeit der intensiveren älteren Gletscherperiode 1300, zur Zeit der weniger intensiven, jüngeren Gletscherperiode 950 m tiefer gelegen haben als jetzt. Hierbei wird natürlich Stabilität der Strandlinie seit jener Zeit vorausgesetzt. Sollte aber, was durch die Gestalt der Küste, die vor nicht allzulanger Zeit erfolgte Lostrennung Australiens von Tasmanien und Neuguinea und die Korallenbauten des großen Wallriffs nicht unwahrscheinlich gemacht wird, dort in dieser Zeit eine positive Strandverschiebung stattgefunden haben und dadurch die Höhe des Gebirges über den Meeresspiegel verringert worden sein, so würden die Differenzen zwischen den Schneegrenzenhöhenlagen jener Zeiten, namentlich der ersten, älteren Gletscherperiode und der Gegenwart geringer sein als 1300 m.

In Tasmanien, Neuseeland und dem südlichen Teile von Südamerika sind zahlreiche Gletscherspuren gefunden worden. Moore, einer der besten Kenner der Gletscherspuren in Tasmanien, hat die Ansicht ausgesprochen, daß dort eine ausgedehntere ältere und eine weniger ausgedehnte jüngere Vergletscherung stattgefunden habe. Nordenskjöld und Moreno haben ganz dasselbe in Patagonien, Conway weiter nördlich in der bolivianischen Kordillere gefunden. Für Neuseeland ist ein sicherer Nachweis zweier solcher Gletscherperioden zwar nicht erbracht worden, wenn man aber die glazialen Endmoränen des dortigen ostalpinen Seengürtels, die gar nicht so tief unter den jetzigen Gletschern liegen, mit jenen Spuren vergleicht, welche die Gletscher in den Fjorden der neuseeländischen Westküste viel tiefer unter ihrer jetzigen Lage zurückgelassen haben, so muß sich einem der Gedanke aufdrängen, daß es auch dort zwei Gletscherperioden, eine ältere ausgedehntere und eine jüngere unbedeutendere gegeben habe.

Wenn wir von Südafrika, von wo wir noch wenig Sicheres über Spuren einer spät- oder posttertiären Vergletscherung wissen, absehen, so können wir also sagen, daß alle Länder der südlichen gemäßigten Zone zwei Gletscherperioden, eine ältere intensivere und eine jüngere weniger intensive durchgemacht haben.

Ich¹⁾ habe die Ansicht ausgesprochen, daß die von mir in den Australischen und Neuseeländischen Alpen beobachteten Gletscherspuren gleichen und jungen Alters sind. Hutton²⁾ dagegen hat den von ihm beobachteten Gletscherspuren in Neuseeland ein viel höheres Alter beigelegt. Helms (in David und Genossen 1901) hat sich meiner Auffassung angeschlossen. Ich zweifle nicht, daß

¹⁾ R. v. Lendenfeld: The Time of the Glacial Period in New Zealand. (P. Linn. S. N. S. W. [1885], Bd. IX, S. 806.)

²⁾ F. W. Hutton: Sketch of the Geology of New Zealand. (Quart. J. Geol. S. London [1885], Bd. XLI, S. 211.)

wir alle recht haben: Hutton haben bei seiner Behauptung die Spuren der ersten, Helms und mir dagegen jene der zweiten Neuseeländischen Vergletscherung vorgeschwebt. Ich glaube es aber auch deshalb als höchst wahrscheinlich hinstellen zu können, daß die beiden Vergletscherungen der verschiedenen südlichen Länder gleichzeitig stattgefunden haben, weil der Unterschied der Ausdehnung derselben, soweit bekannt, in allen ziemlich gleich groß gewesen ist.

Wir haben es also wohl mit zwei Gletscherperioden zu tun, die gleichzeitig alle südlichen Länder in gleichem Maße betrafen, und können dieselben daher mit vollem Rechte als Eiszeiten ansehen, welche unsern nordeuropäischen Eiszeiten vollkommen gleich zu achten sind.

Literatur.

1860. Clarke, Rev. W. B.: Researches in the Southern Gold Fields of New South Wales. Sydney 1860.
1897. Curran, Rev. J. M.: Exhibits of photographs and rock-specimens illustrative of the Physiography and Geology of the Mount Kosciusko Plateau, especially in relation to the so-called evidences of Glaciation; with remarks thereon. (P. Linn. S. N. S. W., Bd. XXI, Heft 4, S. 819.)
- 1897 a. ———: On the Evidence (so-called) of Glacier Action on the Mount Kosciusko Plateau. (Ebenda Bd. XXI, Heft 4, S. 796 bis 809, Taf. 37—39.)
1901. David, B. A., R. Helms u. E. F. Pittman: Geological Notes on Kosciusko; with special reference to evidences of Glacial Action. (Ebenda 1901, Heft 1, S. 26—74, Taf. 3—10.)
1885. Griffiths, G. S.: On the Evidence of a Glacial Period in Victoria during Post-Miocene Times. (Trans. u. P. R. Soc. Victoria, Bd. XXI, S. 1—28.)
1894. Helms, R.: Exhibit of Glacier-polished Slab from Moraine at base of Mt. Twynam, Snowy Mountains, Australian Alps. (P. Linn. S. N. S. W., Bd. VIII, Heft 2, S. 328.)
- 1894 a. ———: On the recently observed Evidences of an extensive Glacier Action at Mount Kosciusko Plateau. (Ebenda Bd. VIII, Heft 3, S. 349—64.)
1896. ———: The Australian Alps or Snowy Mountains. (J. R. G. S. Australia, Sydney, Bd. IV, S. 75—96.)
1879. Howitt, A. W.: Notes on the Physical Geography and Geology of North Gippsland, Victoria. (Quart. J. Geol. S. London, Bd. XXXV, S. 1—41.)
1891. ———: Notes on Lake Karang. (Rep. Stat. Mining Dep., Victoria 1891, S. 26—30, Taf.)
1885. Hutton, F. W.: The supposed Glacial Epoch in Australia. (P. Linn. S. N. S. W., Bd. X, S. 334—41.)
1893. ———: Report of the Research Committee appointed to collect evidence as to Glacial Action in Australasia in Tertiary and Posttertiary Times. (Rep. fifth meeting Australian Ass. Advance. S., Adelaide, S. 235.)
1897. Jaquet, J. B.: Geological Notes upon a Trip to Mount Kosciusko, New South Wales. (Rec. Geol. Surv. N. S. W., Bd. V, S. 113—17.)
1894. Johnston, R. M.: The Glacier Epoch of Australasia. (Papers & Proc. R. S., Tasmania 1893, S. 135—46.)
1895. Kitson, A. E., u. W. Thorn: Contributions to the Geology of Mount Kosciusko and the Indo-Monaro Track. (Rep. Aust. Assoc. Adv. Sc. Sydney, Bd. VII, S. 367—70.)
1885. Lendenfeld, R. v.: The Glacial Period in Australia. (Proc. Linn. S. N. S. W., Bd. X, Heft 1, S. 44—53, Taf. 7 u. 8.)
- 1885 a. ———: Note on the Glacial Period in Australia. (Ebenda Bd. X, 1 S.)
- 1885 b. ———: Report on the Examination of the Central Part of the Australian Alps. (Gov. Rep. Dep. Mines N. S. W. 1885, 10 S., 1 K., 1 Panor. u. 2 Taf.)

- 1885c. Lendenfeld, R. v.: Meteorology of Mount Kosciusko. (Proc. Linn. S. N. S. W., Bd. X, S. 39—43.)
1886. ———: An Exploration of the Victorian Alps. (Gov. Rep. Mining Victoria, 1886, S. 71—77, 2 K. u. 1 Panor.)
- 1886a. ———: A Glacial Period in Australia. (Nature, Bd. XXXIV, Nr. 883, S. 522—24.)
1887. ———: Forschungsreisen in den Australischen Alpen. (Pet. Mitt., Erg.-Heft Nr. 87, 37 S. u. 2 Kartentaf.)
1888. ———: Das australische Bergland. (Das Ausland, Jg. 61, S. 961—965, 989—92, 1010—13, 1035—39.)
- 1888a. ———: Die australische Eiszeit. (Globus, Bd. LIII, S. 257 bis 260, 1 Fig.)
- 1888b. ———: In den australischen Alpen. (D. Rundsch. Geogr. Stat., Jg. 11, 22 S., 1 K. u. 4 Abb.)
1889. ———: Das australische Bergland. (Das Ausland, Jg. 62, S. 181—84, 209—13, 230—33.)
1895. ———: Australische Reise. 2. Aufl. 325 S. u. 19 Abb. Innsbruck.
1902. ———: Die gegenwärtige und die einstige Vergletscherung der Australischen und Neuseeländischen Alpen. (Deutsche Arbeit 1902, 7 S. u. 1 Abb.)
1901. Penck, A.: Die Eiszeiten Australiens. (Z. der Ges. für EK. in Berlin, Bd. XXXV, S. 239.) — Quartäre Eiszeit in den Australischen Alpen, S. 278—83.
1902. Sievers, W.: Australien. (Allgemeine Länderkunde, Bd. Australien, Ozeanien und Polarländer, S. 1—472.)
1882. Stirling, J.: The Physical Features of the Australian Alps. (Trans. & Proc. R. S. Victoria, Bd. XVIII, S. 98—110 u. 2 Taf.)
1885. ———: Notes on the Meteorology of the Australian Alps. (Ebenda Bd. XXI, S. 144—45.)
1886. ———: Notes on some Evidences of Glaciation in the Australian Alps. (Ebenda Bd. XXII, S. 20—34 u. 1 Taf.)
1887. ———: Physiography of the Tambo Valley. (Trans. Geol. S. Australasia, Melbourne, Bd. I, Heft 2.)
1867. Tenison-Woods, Rev. J. E.: On the Glacial Period in Australia. (Trans. & Proc. R. S. Victoria, Bd. VIII, S. 43—47.)
1882. ———: Physical Structure and Geology of Australia. (P. Linn. S. N. S. W. Bd. VII, S. 371—89.)