

Vor 100 Jahren: Grönlandexpedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin (1891, 1892-1893) unter der Leitung Erich von Drygalskis

Von Cornelia Lüdecke*

Zusammenfassung: Als Erich von Drygalski (1865-1949) Assistent am Geodätischen Institut in Potsdam war, beschäftigte er sich u.a. mit der mathematischen Formulierung der Eisbewegung, um die Entstehung des norddeutschen Diluviallandes zu erklären. Da er bei der Festlegung der Randbedingungen für die mathematische Beschreibung der Eisbewegung auf Schwierigkeiten stieß, wollte er die benötigten Daten der Temperatur, Struktur und Plastizität eines großen Gletschers am Beispiel des grönländischen Inlandeises erfassen. Die Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, unter dem Vorsitz von Ferdinand Freiherr von Richthofen, übernahm die Trägerschaft und die Finanzierung der Grönlandexpedition. Die Vorexpedition 1891 diente der Ortsbesichtigung für die 1892-93 durchgeführte Hauptexpedition, während der erstmalig eine wissenschaftliche Überwinterungsstation für meteorologische, glaziologische und biologische Messungen in Grönland eingerichtet wurde. Drygalskis Ergebnisse führten zu einer Theorie der Eisbewegung, welche die „Regelationstheorie“ von James Thomson erweiterte. Sebastian Finsterwalder übte mehrfach Kritik an Drygalskis Theorie, insbesondere an der angenommenen Vertikalbewegung im Innern des Eises. Nach mehreren Entgegnungen Drygalskis ließ Finsterwalder schließlich eine Vertikalkomponente in seiner eigenen geometrischen Theorie der Eisbewegung zu. Auf Grund seiner Polarerfahrung und seiner Habilitation mit den Ergebnissen der Grönlandexpedition wurde Drygalski 1898 schließlich zum Leiter der ersten deutschen Südpolarexpedition gewählt.

Summary: When Erich von Drygalski (1865-1949) was Assistant Professor at the Institute of Geodesy at Potsdam, he was occupied among other things with the mathematical formulation of ice movement to explain the formation of the North German Lowland by glaciation during the Diluvium. When he encountered difficulties in defining the boundary conditions, he wanted to measure the needed data of temperature, structure and plasticity of a large glacier, using the inland ice of Greenland as an example. The Berlin Geographical Society, under the presidency of Ferdinand Freiherr von Richthofen, took over the sponsorship and the financial support of the expedition. A preliminary expedition of 1891 was undertaken to choose the locality for the main expedition of 1892-93, during which the first scientific wintering station for meteorological, glaciological and biological investigations was established in Greenland. Drygalski's results led to a theory of ice movement which extended the „Theory of Regelation“ of James Thomson. Sebastian Finsterwalder criticized repeatedly the assumption of vertical movement inside the ice. After several replies from Drygalski, Finsterwalder finally allowed a vertical component in his own „Geometrical Theory“ of ice movement. Because of his polar experience and his Habilitation about the results of the Greenland expedition, Drygalski was finally appointed leader of the first German South Polar Expedition in 1898.

1. EINLEITUNG

Gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts wurde die wissenschaftliche Erforschung der letzten unbekannt Gebiete der Erde in Angriff genommen, zu denen Grönland, die Arktis und die Antarktis gehörten. Bisher mußte man über das Innere Grönlands nicht allzu viel. Der erste Versuch einer Durchquerung Grönlands geht auf das Jahr 1728 zurück, als der Vorstoß mit Pferden aus völliger Unkenntnis der Gegebenheiten schon an den ersten Spalten der Westküstengletscher scheiterte (vgl. BROWN 1871). Weitere Vorstöße gelangten von verschiedensten Stellen bis zu 120 km weit in das Inland. 1870 erkundete der Schwede Adolf Erik Nordenskjöld (1832-1901) das Inlandeis südlich von Egedesminde (Westgrönland), wo der Auleitsviksfjord 130 km weit in das Landesinnere reicht (NORDENSKJÖLD 1880). Er konnte mit seiner Expedition die damals unter den Geologen verbreitete Ansicht, daß die Schweizer Gletscher in kleinem Maßstab dasselbe seien wie das Inlandeis Grönlands, richtig stellen. „Der eigentliche Gletscher verhält sich zum Inlandeis wie ein reißender Strom oder Bach zu einem großen ruhigen See.“ (NORDENSKJÖLD 1880: 149).

Nach der erfolgreichen Befahrung der Nordostpassage suchte Nordenskjöld 1883 erneut vom Auleitsviksfjord das Inlandeis auf (NORDENSKJÖLD 1886), um eine neue Hypothese zu beweisen. Im Gegensatz zu den bisherigen Anschauungen behauptete er, daß die an der Küste beobachteten föhnartigen Winde von einem eisfreien Landesinneren stammten, das seinerseits von einem küstenparallelen Eisgürtel umschlossen wäre. Eisbedeckte Kontinente wären nach seiner Erfahrung aus der Nordostpassage unter den meteorologischen Verhältnissen südlich von 80° N undenkbar (vgl. WICHMANN 1884: 30ff). Die Expedition konnte insgesamt ca. 300 km weit nach Osten vordringen und das Inlandeis etwa bis zur Mitte erkunden. Aus den angetroffenen Gegebenheiten mußte Nordenskjöld schließen, daß das Inland völlig eisbedeckt war und sich Grönland noch in der Glazialperiode befand.

* Cornelia Lüdecke, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität, Deutsches Museum, D-W-8000 München 26. Manuskript eingegangen: 7. Oktober 1991, angenommen: 26. Februar 1992

Eine Aufklärung über den Zustand des grönländischen Inlandes gelang erst Fridtjof Nansen (1861-1930), der 1888 mit fünf Begleitern Grönland entlang 64° N von Osten nach Godthaab im Westen durchquerte (NANSEN 1891). Nun hatte man schließlich eine konkrete Vorstellung vom riesigen eisbedeckten Hochplateau im Landesinneren. Damit wurde eine neue Phase in der Erforschung des grönländischen Inlandeises eingeleitet.

Vier Jahre später (1892-93) fand die Grönlandexpedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin statt, die unter der Leitung Erich von Drygalskis (1865-1949) in den Umanak-Distrikt an der Westküste Grönlands führte. Diese Expedition stellte mit der ersten planmäßigen Überwinterung auf einer Station einen Übergang von den früheren Entdeckungsexpeditionen zu den späteren Forschungsexpeditionen dar, indem sie sich als Hauptziel die Durchführung von kontinuierlichen Messungen über einen längeren Zeitraum gesetzt hatte.

2. ZUR BIOGRAPHIE DRYGALSKIS

Seit 1882 studierte Drygalski bei Ferdinand Freiherr von Richthofen (1833-1905), einem der hervorragendsten Geographen und Forschungsreisenden der Zeit (vgl. FELS 1959). Seinen ersten Seminarvortrag bei Richthofen hielt Drygalski über die Preisarbeit des Geographen Albrecht Penck (1858-1945) mit dem Thema „Eine eingehende Beschreibung der diluvialen Glacialbildungen und -erscheinungen auf der südbayerischen Hochebene wie in den bayerischen Alpen“ (SCHAEFER 1989: 10). Richthofen kritisierte Drygalskis Vortrag über Pencks Anschauungen des Diluviums und riet ihm, daß er „lieber selber gehen und sehen“ möge (MOERDER-V. DRYGALSKI 1964: 263). Drygalski folgte der Anregung und durchwanderte zwei Monate lang die wichtigsten Gletschergebiete der Alpen. Nun ließ ihn sein Interesse an der Wirkung des Eises auf die Landschaftsbildung nicht mehr los. 1887 promovierte er bei Richthofen mit einer theoretischen geophysikalischen Arbeit über die Verformung der Erdkugel durch die Eisbedeckung (DRYGALSKI 1887), die von dem Geodäten Friedrich Robert Helmert (1843-1917) als Koreferent begutachtet wurde (vgl. KICK 1971: 486). Auf Grund seiner mathematisch-physikalischen Vorbildung war Drygalski anschließend von 1888 bis 1891 Assistent bei Helmert am Geodätischen Institut und Zentralbüro der Internationalen Erdmessung in Potsdam (MÜLLER 1949: 294, MEINARDUS 1949: 177). In diesen Zeitraum fällt auch die Vorbereitung seiner Grönlandexpedition.

3. THEORIE DES ERDDRUCKS UND PLAN EINER GRÖNLANDEXPEDITION

Auf dem 8. Deutschen Geographentag, der 1889 unter dem Vorsitz des Direktors der Deutschen Seewarte Georg von Neumayer (1826-1909) in Berlin ausgetragen wurde, hielt Drygalski einen Vortrag über die Ergebnisse seiner Dissertation (DRYGALSKI 1889). Das Ziel seiner Untersuchung war, die Wärmewirkungen unter einer vergletscherten Landfläche mit den säkularen Bewegungen der Erdkrinde in Skandinavien seit dem Diluvium in Beziehung zu setzen. Ausgangspunkt war die „Inlandeistheorie“ des schwedischen Geologen Otto Torell (1828-1900), welche dieser anlässlich seiner Deutschlandreise in einer Sitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft vorstellte. Torell deutete die parallelen Schrammen im Muschelkalk bei Berlin („Rüdersdorfer Schrammen“) als Relikte einer Bedeckung mit skandinavischen Gletschern und führte auf Grund seiner Glazialerfahrungen in Skandinavien, Grönland und Spitzbergen im Analogieschluß vor, wie die norddeutschen Diluvialbildungen durch die Vergletscherung Skandinaviens entstanden sind (TORELL 1875). Bei der Erklärung der norddeutschen Vereisung wurde aber anfangs nur die geologische Seite betrachtet. Für Drygalski blieben deshalb noch viele Fragen zum Eis, seiner Struktur, Bewegung und Wirkung auf den Untergrund offen.

In seiner folgenden Veröffentlichung behandelte er die Bewegung eines Inlandeises bei geringer Oberflächenneigung, um eine physikalische Begründung für die Inlandeistheorie zu liefern (DRYGALSKI 1890). Die Anregung hierzu kam von einer kleinen theoretischen Arbeit des Geologen Friedrich Moritz Stapff (geb. 1836), der in der Zentralbauleitung der Gotthardbahn arbeitete. Stapff bestritt die Möglichkeit der Eisbewegung, wie sie das norddeutsche Diluvium nach der Inlandeistheorie verlangte (STAPFF 1889), denn er war ein Vertreter der alten „Drifttheorie“, welche den Transport von Findlingen durch marine Eisschollen annahm. Er behauptete in seinem Artikel, daß bei dem vorherrschenden geringen Gefälle von Skandinavien nach Norddeutschland eine Bewegung von Inlandeis Massen, wie es die längst anerkannte Inlandeistheorie von Torell beschrieb, unmöglich sei. Stapff versuchte, seine Theorie durch die mathematische Formulierung der Eisbewegung und die Ermittlung der Grenzen der Bewegungsfähigkeit zu beweisen.

Die Gletscherbewegung setzte sich nach damaligen Vorstellungen zusammen aus der Bewegung der Masse in seiner Gesamtheit und aus der inneren Bewegung, bei der sich einzelne Schichten und Teilchen auch gegeneinander verschieben können (vgl. HEIM 1885: 187-190). Stapff wollte nun die Wirkung der inneren Bewegung auf die Grenzen der Bewegungsfähigkeit von Eismassen bestimmen. Dazu verwendete er die „Theorie des Erdrucks“, die aus den Ingenieur-Wissenschaften stammte (vgl. DRYGALSKI 1890: 167ff). Grundvoraussetzung dieser Theorie ist, daß die innere Reibung von abböschenden Lehm- oder Sandmassen einen Widerstand nur durch innere Reibung erfährt, wobei die Kohäsion hier völlig ausgeschlossen wird. Eine physikalische Begründung für die Anwendbarkeit der Theorie des Erdrucks auf Eismassen, die ja Kohäsion aufweisen, wurde von Stapff nicht gegeben. Da aber die Struktur-, Temperatur- und Plastizitätsverhältnisse des Gletschereises ein Abböschchen bzw. ein Auseinanderfließen bis zu einem gewissen Grade zuließen, war die Anwendung der Theorie prinzipiell denkbar. Stapff setzte nun voraus, daß die Kohäsion des Eises durch den Eisdruck aufgehoben würde und die innere Reibung als einziger Widerstand übrigbliebe, welcher der Verschiebung einzelner Teilchen gegeneinander entgegenwirkte.

Drygalski vollzog Stapff's mathematische Ausführungen nach, wobei er außer fehlerhaften Annahmen, daß z.B. der natürliche Böschungswinkel und der Winkel der Gleitfläche identisch sind, auch Rechenfehler aufdeckte (vgl. DRYGALSKI 1890: 168, 170ff). Mit diesen Vorgaben hatte Stapff eine Bewegungsfähigkeit von Eismassen unabhängig von ihrer Mächtigkeit berechnet und kam schließlich zu dem Ergebnis, daß die Eisbewegung bei geringem Gefälle unmöglich sei.

Unter Zugrundelegung derselben falschen Voraussetzungen, aber bei richtiger Durchführung der Rechnung, kam Drygalski zu einem gegenteiligen Ergebnis: die Bewegungsfähigkeit von Eismassen stieg mit zunehmender Mächtigkeit. Und bei der Anwendung richtiger Annahmen ergab sich sogar auch bei geringen Neigungen eine weitgehende Bewegungsfähigkeit.

Da Drygalski die Anwendbarkeit der Theorie des Erdrucks auf Eismassen unter gewissen Einschränkungen für möglich hielt, wollte er den Gültigkeitsbereich näher definieren (DRYGALSKI 1897a: 5). Wenn dies gelingen würde, konnte die Eisbedeckung Nordeuropas während der Diluvialzeit durch die Bewegungsfähigkeit des Inlandeises allgemeingültig erklärt werden. Doch bei der konsequenten Durchführung der Theorie stieß Drygalski auf Schwierigkeiten, denn es fehlten noch wichtige Grundlagen, um die physikalischen Bedingungen der Eisbewegung mathematisch zu erfassen. Diese Erkenntnis führte bei Drygalski zu einer Erweiterung seiner bisherigen theoretischen Behandlung des Themas, indem er nun das Problem der Gletscherbewegung in der Natur untersuchen wollte, und zwar unter Verhältnissen, die der diluvialen Vereisung Nordeuropas vergleichbar waren. Was lag da näher, als nach Grönland zu gehen, um dort die Bewegung des Inlandeises zu erforschen?

Dem Ratschlag des dänischen Grönlandspezialisten Hinrich Johannes Rink (1819-1893) folgend, wählte Drygalski das Gebiet um den Umanak-Fjord an der Westküste Grönlands als Arbeitsgebiet aus. Folgendes wollte Drygalski dort untersuchen, um u.a. die Anwendbarkeit der Theorie des Erdrucks für die Eisbewegung prüfen zu können (DRYGALSKI 1897a: 6ff):

- 1) Unterschiede in der Bewegung des Inlandeises und der Gletscher.
- 2) Physikalische Grundbedingungen der Eisbewegung. Es war unklar, ob die Eisbewegung auf Kosten der Kohäsion als „Eigentümlichkeit der festen Körper“ oder auf Kosten der inneren Reibung als „Eigentümlichkeit der flüssigen Körper“ geschah. Messungen der Eistemperatur sollten Möglichkeit und Grad der Bewegung und Strukturuntersuchungen die Bewegungsart erklären.
- 3) Wirkung des Eises auf den Untergrund.
- 4) Wirkung des Klimas in Beziehung zum Eis und Klimabeschreibung eines Fjords am Eisrand mit seinen Föhnerscheinungen.
- 5) Wirkung des Eises auf die „Lebewelt“.

Die Aufgaben wurden durch magnetische Messungen und astronomische Ortsbestimmungen abgerundet. Damit wurde ein modern anmutendes Forschungsprogramm aufgestellt, das man etwa mit der Überschrift „Untersuchungen zur Ökologie Grönlands am Beispiel des Gebiets um den Umanak-Fjord“ versehen könnte.

4. DURCHFÜHRUNG DER GRÖNLANDEXPEDITION

4.1 Vorbereitung

Im Februar 1890 hatte Drygalski seinen Plan einer Expedition nach Grönland entworfen (DRYGALSKI 1897a: IXff, DRYGALSKI 1891). Ursprünglich war vorgesehen, ein Jahr lang die Bewegungsverhältnisse von grönländischen Eismassen und ihre physikalischen Eigenschaften wie Temperatur, Struktur und Plastizität zu beobachten. Dazu sollte die Expedition im Frühjahr 1890 aufbrechen und am Umanakfjord eine Station anlegen. Als Vorstand der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin (GEB) beschloß Richthofen, seinem ehemaligen Schüler Beistand zur Ausführung einer Forschungsreise nach Grönland zu leisten. Drygalski wurde offiziell von der GEB der Auftrag zur Leitung der Expedition erteilt, an der sich auf seinen Wunsch hin der Biologe Dr. Ernst Vanhöfen (1858-1918) und der Geograph Otto Baschin (1864-1933) als Meteorologe beteiligen sollten (vgl. DRYGALSKI 1918, 1933). Um die Finanzierung der Expedition in die Wege zu leiten, wurde auf Richthofens Anregung eine Kommission eingerichtet. Ihr größter Erfolg war die Erlangung zweier erheblicher Beträge aus dem Dispositionsfonds Kaiser Wilhelm II., die sowohl für die Expedition als auch für die Herausgabe der Ergebnisbände bestimmt waren. Als die Königliche Dänische Regierung die Erlaubnis zur Reise nach Grönland erteilt hatte, gab es nur noch mit der Direktion des grönländischen Handels Schwierigkeiten. 1890 konnte für die notwendige Expeditionsausrüstung nicht mehr genügend Schiffsraum zum Transport zur Verfügung gestellt werden, weil die Lebensmittellieferungen an die grönländischen Kolonien Vorrang hatten. So mußte die Expedition verschoben werden.

4.2 Vorexpedition 1891

Drygalski bekam allerdings von der Gesellschaft für Erdkunde den Auftrag, 1891 eine kleinere Erkundungsfahrt nach Westgrönland durchzuführen, um den genauen Standpunkt des Stationshauses für die Hauptexpedition auszuwählen (DRYGALSKI 1891). Aus der großzügigen Spende des Generalkonsuls William Schönkank, einem Mitglied der GEB, und den Zinsen der Karl-Ritter-Stiftung, deren Vorsitz Richthofen zusammen mit dem früheren Vorstand der GEB Geheimrat Wilhelm Reiss (1838-1908) innehatte, wurde die Vorexpedition finanziert.

Die Rekognoszierungsreise Drygalskis, der sich Baschin auf eigene Kosten anschloß, dauerte von 3. Mai bis 18. September 1891. Erste Untersuchungen galten dem großen Jakobshavner Gletscher, den früher schon Rink, Helland und Hammer untersucht hatten (vgl. Tab. 1). Dieser Gletscher ist durch die großen Oszillationen seiner Zunge im Fjord bekannt geworden. Beispielsweise hatte Hammer von Frühjahr bis Spätsommer 1879 einen Rückgang um 2 km festgestellt. Die großen Schwankungen werden auf die Eisstauung im Winter und den im Sommer mehr oder weniger gehinderten Abzug der Eisberge zurückgeführt, so daß die Lage des Gletscherrandes hauptsächlich von dem Zeitpunkt der letzten Kalbung bestimmt wird.

Weiterhin ging die Fahrt zum Umanakfjord, wo eine Übersicht über die großen vom Inlandeis kommenden Gletscher gewonnen wurde. Vorläufige Messungen schlossen sich an. Dann wurde der Rand des Inlandeises besucht, um einen Überblick über seinen Zusammenhang mit den großen Gletschern zu gewinnen. Als letztes wurden zur Unterscheidung von den Inlandeisabflüssen lokale, nicht mit dem Inlandeis zusammenhängende, Gletscher aufgesucht.

Tab. 1: Bewegungsmessungen an Gletscherabflüssen des Inlandeises (A) und an Lokalgletschern (B) an der Westküste Grönlands, nach (1) DRYGALSKI 1891: 450f, (2) SORGE 1930, (3) LOEWE 1935, (4) DRYGALSKI 1897a: 149, 362ff und Tafel 10, 31, 32, 35, Karte 6, (5) SORGE 1933a: 170ff, (6) LOEWE 1930.

Die absoluten Angaben beziehen sich auf die zuerst gemessene Frontlage. >>> = starker Vorstoß, > = leichter Vorstoß, — = stationär, < = leichter Rückgang, <<< = starker Rückgang.

Tab. 1: Measurements of ice movement of glaciers coming from the inland ice (A) and of some local glaciers (B) at the west coast of Greenland, after (1) DRYGALSKI 1891: 450f, (2) SORGE 1930, (3) LOEWE 1935, (4) DRYGALSKI 1897a: 149, 362ff and tables 10, 31, 32, 35, map 6, (5) SORGE 1933a: 170ff (6) LOEWE 1930.

The absolute data refer to the first measured position of the glacier front. >>> = strong advance, > = slight advance, — = stationary, < = slight retreat, <<< = strong retreat.

Autor	Zeit	Lage der Gletscherfront			Tendenz	Bcobachtung
		Norden	Mitte	Süden		
A: Inlandscisabflüsse						
<i>Jacobshayner Gletscher</i>						
RINK (1)	April 1851	0 km				Vermessung
	Mai 1851			0 km		Vermessung
HELLAND (1)	Juli 1875			-3 km	Rückgang	Vermessung
HAMMER (1)	Sept. 1879	-5,3 km		-5,3 km	Rückgang	Vermessung
	März 1880			-4,6 km	Vorstoß	Vermessung
	August 1880			-6,4 km	Rückgang	Vermessung
	August 1881			-6,8 km	Rückgang	Vermessung
DRYGALSKI (1)	Juni 1891	-5,4 km			Vorstoß	Vermessung
KOCH (2)	09.08.1913		<<<		Rückgang	Schätzung
SORGE (2)	Sept. 1929			<	Rückgang	Vermessung
<i>Großer Karajak</i>						
STEENSTRUP (3)	1879		0 km			Foto
DRYGALSKI (3, 4)	13.10.1892		—		stationär	Foto
LOEWE (3)	25.06.1929		—	<	stationär	Vermessung, Foto
<i>Kleiner Karajak</i>						
DRYGALSKI (3, 4)	20.06.1893		0 km			Vermessung, Foto
LOEWE (3)	26.06.1929		—		stationär	Vermessung, Foto
<i>Sermilik-Gletscher</i>						
DRYGALSKI (3, 4)	05.07.1891		0 km			Foto
KRABBE (3)	1909	0 km	<<<		stationär	Foto
LOEWE (3)	27.06.1929		—		stationär	Vermessung
<i>Westlicher Itivdlarsuk-Gletscher</i>						
DRYGALSKI (3, 4)	1891		0 km			Foto
DRYGALSKI (3, 4)	08.06.1893	<	<	>	Rückgang	Foto
BERTELSEN (3)	1915		~1 km		Rückgang	Foto
LOEWE (3)	28.06.1929		0 km		stationär	Foto
<i>Rink-Gletscher</i>						
DRYGALSKI (4)	Winter 1893	0 km				Skizze
SORGE (5)	Sept. 1932	<	<	<	Rückgang	Vermessung, Foto
<i>Uniamako-Gletscher</i>						
STEENSTRUP (3)	1879		0 km			Skizze
	Winter 1880					
DRYGALSKI (3, 4)	Winter 1893					Skizze
LOEWE (3)	Sept. 1931	<<<			Rückgang	Skizze
SORGE (5)	26.09.1932	-3 km	<		Rückgang	Vermessung, Foto
B: Lokalglletscher						
<i>Asakak-Gletscher</i>						
RINK (4)	1850		0 km			Vermessung
HELLAND (4)	1875		-0,25 km		Rückgang	Vermessung
STEENSTRUP (4)	27.08.1879		-0,90 km		Rückgang	Vermessung
DRYGALSKI (3, 4)	30.08.1892		+1,13 km		Vorstoß	Vermessung
DRYGALSKI (3, 4)	06.08.1893		+0,01 km		stationär	Vermessung
LOEWE (3)	14.09.1929	-2,3 km		-1,65 km	Rückgang	flücht. Vermessung
<i>Semlarsut-Gletscher</i>						
RINK (4)	1850		0 km			Vermessung
HELLAND (4)			—		stationär	Schätzung
STEENSTRUP (4)	1879		—		stationär	Foto
DRYGALSKI (3, 4)	August 1892		-0,01 km		Rückgang	Foto
LOEWE (6)	14.09.1929			0,5 km	Vorstoß	Messung
<i>Kome-Gletscher</i>						
RINK (4)	1850		0 km			Vermessung
DRYGALSKI (4)	1891		—		stationär	Vermessung
	1893		—		stationär	Vermessung
LOEWE (2)	16.09.1929	-3,8 km		0 km	Rückgang	Vermessung

Der Schwerpunkt der Vorexpedition lag im Besuch des Kleinen und Großen Karajakgletschers. Dort wurde auf dem von beiden Gletschern umströmten Karajak-Nunatak ein günstiger Ort zur Anlage der Station der Hauptexpedition gefunden, von dem die verschiedenartigsten Eisbildungen einfach zu erreichen waren. Drygalski setzte auf dem Großen Karajakgletscher noch Marken, um damit im darauffolgenden Jahr die Gletscherbewegung bestimmen zu können.

Erste Untersuchungen der Bewegung der Zunge des Itivdliarsukgletschers ergaben am Gletscherrand eine Geschwindigkeit von 10-11 m/Tag und in der Gletschermitte von 16 m/Tag, wobei die Geschwindigkeit 3 km von der Kalbungsfront talaufwärts nur noch 4 m/Tag betrug.

Abschließend wurde noch der sich sehr langsam bewegende lokale Komegletscher aufgesucht, der im Profil durch sandige Zwischenlagen die Einzelheiten der Gletscherbewegung und die dabei zur Erscheinung kommenden Plastizitätsverhältnisse sehr schön erkennen ließ.

Die Erkundungsfahrt zeigte, daß in Grönland durch analogen Vergleich viel über die Eiszeit in Nordeuropa gelernt werden konnte, so daß die Hauptexpedition aussichtsreich erschien.

4.3 Hauptexpedition 1892-93

Nach den Erfahrungen der Vorexpedition bezeichnete Drygalski Grönland als ein „lebendes Beispiel“ für die Eiszeit: „Dort hat man überall den Eindruck des Eises auch in der Gestaltung der Felsen und dem Klima des Landes; das Eis beherrscht die Lebensweise der Organismen, den Charakter der Menschen. Es sind die Verhältnisse, wie wir sie für die frühere Eiszeit Europas und Nord-Amerikas annehmen müssen.“ (DRYGALSKI 1893: 438). Das Eiszeithema faszinierte Drygalski, ihm wollte er während der Hauptexpedition weiter nachgehen.

Ziel war nun die ganzjährige Messung der Eisbewegung von der Station am Inlandeisrand (DRYGALSKI 1897a: Xff). Drygalski wollte durch vielfältige Untersuchungen zum Verständnis der Vorgänge beitragen, unter deren Einfluß die Länder der gemäßigten Zonen während der Eiszeit standen und Grönland heute noch steht. Die Teilnahme des Biologen sollte die glaziologischen Forschungen im Rahmen der von Drygalski im Zitat angesprochenen ökologischen Betrachtungsweise erweitern. Die kontinuierlichen meteorologischen Messungen und die übrigen physikalischen Arbeiten an der Station sicherten Bezugswerte für die auf den Reisen in die Umgebung gewonnenen Messungen. Auch sollte das Klima im inneren Zipfel eines Fjordes in der Nähe des Inlandeisrandes näher untersucht werden.

Die Hauptexpedition dauerte vom 1. Mai 1892 bis zum 14. Oktober 1893. Ihre instrumentale Ausrüstung wurde aus den Beständen zahlreicher staatlicher Institute u.a. durch Neumayer (Hamburg) und Helmert (Potsdam) zur Verfügung gestellt. Da Baschin den Winter 1892/93 für magnetische Untersuchungen und Nordlichtstudien in Bossekop (Lappland) verbringen wollte (BASCHIN 1900), nahm an seiner Stelle der Meteorologe Hermann Stade (1867-1932) an der Überwinterung teil.

Die meteorologische Station am Karajakfjord (Abb. 1) arbeitete ohne Unterbrechung vom 16. Juli 1892 bis 28. Juli 1893 (DRYGALSKI 1897b: 388ff). Neben der Registrierung des Luftdrucks und der Sonnenscheindauer wurden zu drei festen Tageszeiten (8°, 14°, 20°) Wetterbeobachtungen (Druck, Temperatur, Feuchte, Wind) angestellt. Zusätzlich galt das Augenmerk den Föhnerscheinungen, dem Temperaturgradienten, der Verdunstungsbestimmung und einigen hydrographischen Untersuchungen. Hier wurden auch magnetische Messungen und die Bestimmung der Schwerkraft durch Pendelmessungen durchgeführt.

Während der ersten Inlandeistour im September 1892 wurde zur Geschwindigkeitsmessung auf dem großen Karajakeisstrom parallel zur Nordspitze des Karajak-Nunataks ein System von 57 Marken errichtet, das etwa 23 km oberhalb der Kalbungsfront begann und ca. 8 km weit gletscherabwärts reichte (DRYGALSKI 1897a: 16ff). Von Oktober 1892 bis Februar 1893 widmete sich Drygalski den Eisbildungen des Gletschers und des kleinen Tasiusak-Sees, der in der Nähe der Station lag, während Vanhöffen zoologisch-botanisch forschte und insbesondere die Meeresfauna untersuchte.

Ende Februar 1893 begannen die längeren Schlittenreisen (Abb. 1). Zunächst wurde der Jacobshavner Eisstrom vermessen. Auf der zweiten Reise im April sollten Form und Eigenschaften des Inlandeisrandes erkundet werden. Die dritte und längste Schlittenreise (18. April bis 18. Mai 1893) galt der zweimaligen Revision des Asakagletschers, der Vermessung des Karrat-Fjordes und der Untersuchung seiner Eisbildungen, sowie dem zweifachen Besuch des Uperniviks-Eisstroms. Die vierte und letzte Reise Anfang Juni hatte die Geschwindigkeitsmessung des westlichen Itivliarsuk-Eisstroms und eine nochmalige Revision des Asakak-Gletschers zum Ziel. Während der zweiten Junihälfte wurde die letzte Inlandeistour durchgeführt, bei der alle 57 Marken wiedergefunden und vermessen wurden.

Von Umanak aus wurde zur abschließenden Untersuchung der Gletscher von Sarfarfik, Kome, Semiarsut und Asakak noch eine längere Bootsfahrt unternommen.

5. ERGEBNISSE DER GLAZIOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

Innerhalb von vier Jahren wertete Drygalski seine glaziologischen Untersuchungen aus, die er zusammen mit den biologischen, meteorologischen und den übrigen geowissenschaftlichen Ergebnissen in zwei Bänden veröffentlichte (DRYGALSKI 1897a, b). Er hob besonders hervor, wie die in Grönland angetroffenen Erscheinungsformen alle kausal voneinander abhängen. Das oberste Prinzip der grönländischen Natur sei das Eis. „Mögen wir Leben und Wirtschaft der Bewohner, mögen wir Nutzbarkeit und Verbreitung der Tiere und Pflanzen, mögen wir den Wert des Bodens und die Gestaltung der Felsen, mögen wir die Wechselfälle des Klimas betrachten, stets finden wir die Wirkung des Eises jetzt und in früherer Zeit.“ (DRYGALSKI 1897a: 11).

Eine Zusammenfassung der Eisbewegung und ihrer physikalischen Ursachen veröffentlichte Drygalski in Petermanns Mitteilungen (DRYGALSKI 1898a), wodurch die Ergebnisse der Grönlandreise einem breiten Fachpublikum zugänglich wurden. Mit Hilfe der Markierungen auf dem Inlandeis nahe des Karajak-Nunataks hatte er die dort hauptsächlich vorherrschende Horizontalbewegung bestimmt, die „dem äußeren Aussehen der Eisoberflächen und insbesondere der Verteilung der Spalten“ entsprach (S. 56). Die Primärbewegung sah Drygalski allerdings in der Vertikalverschiebung, welche sich in den Randzonen des Inlandeises in eine aufwärts gerichtete Bewegung und in den anschließenden Küstengebieten in eine abwärts gerichtete Bewegung unterscheiden ließ (DRYGALSKI 1897a: 511, 1898a: 57). Innerhalb von acht Monaten wies Drygalski beispielsweise auf der Tasiusak-Stufe des Großen Karajak-Eisstroms an der Eisoberfläche ein Anschwellen des Eises von 1 m nach, das dem Abschmelzen entgegenwirkte. Weiter landeinwärts überwog das Einsinken der Oberfläche durch Schwund, es sei denn, der Vorgang wurde durch Schneeanhäufung überdeckt. Beide Vertikalbewegungen beruhten nach Drygalski auf Verschiebungen in den unteren Eisschichten (S. 59). Unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse kam er zu dem Schluß, daß die Eisbewegung nur durch innere Vorgänge und Massenumsätze erklärt werden konnte.

Aus den Beobachtungen anderer Gletscher fand Drygalski eine „Abnahme der Eigenbewegung der Lagen von unten nach oben“, wobei sich die einzelnen Gletscherschichten durch „Verflüssigung und Regelation unter Druck“ bildeten (DRYGALSKI 1898a: 59). Er begründete dies mit der „Abhängigkeit der Geschwindigkeit (einer Schicht) von der Dicke der darüber lastenden Eismassen, also vom Eisdruck.“ (S. 59). Auch sei die Eisbewegung nur bei Schmelztemperatur möglich. Insgesamt erfolge das „Strömen des Eises stets in der Richtung der Entlastung“ (S. 61). Der „Verflüssigung und Wiederverfestigung innerhalb des Eises (schrieb er) den Hauptanteil an dessen Bewegung“ zu (S. 62).

Durch die Ergebnisse seiner Struktur- und Temperaturbeobachtungen erweiterte Drygalski die „Regelationstheorie“, die von dem englischen Professor für Ingenieurwesen James Thomson (1822-1892) begründet und dem Schweizer Geologen Albert Heim (1849-1937) auf die Bewegung der Alpengletscher angewendet wurde (HEIM 1885: 308ff, DRYGALSKI 1898a: 62). Die Regelationstheorie erklärt die Eisbewegung durch einen steten Wechsel des Aggregatzustandes von flüssig und fest. Mit dem Wechsel waren nach Drygalski auch die festgestellten Massen- und Wärmeumsätze verbunden (DRYGALSKI 1897a: 515ff). Ein Gleiten der Eismassen auf dem Untergrund, wie es Heim in seiner Gletscherkunde beschrieb (HEIM 1885: 334ff), lehnte Drygalski ab. Er deutete das klare oder geschichtete Eis der untersten Lagen der Gletschers als Produkte der Zustandsänderung

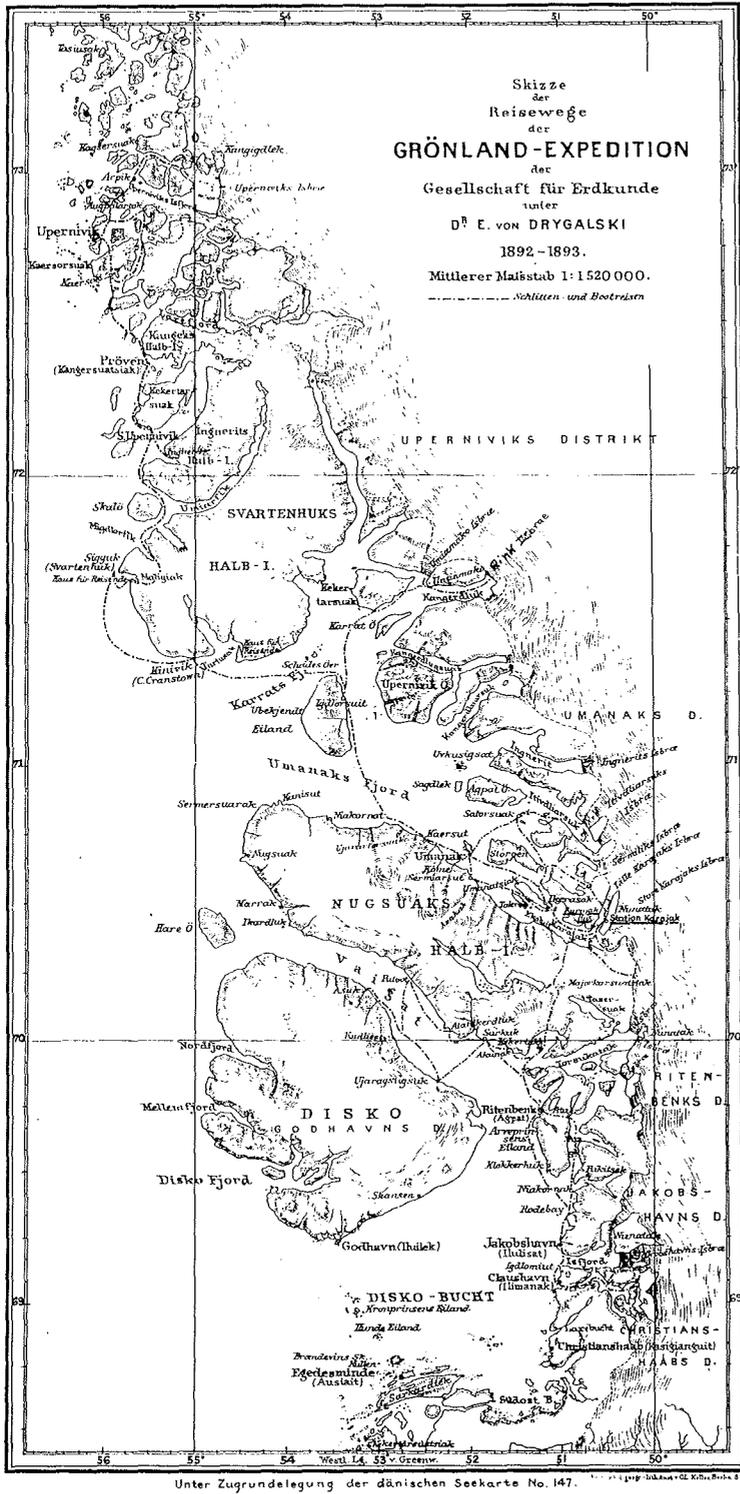


Abb. 1. Skizze der Reisewege der Grönlandexpedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin unter der Leitung von Erich von Drygalski 1892-1893, nach DRYGALSKI 1897.

Fig. 1. Sketch of the travelling routes of the Greenland Expedition of the Berlin Geographical Society under the leadership of Erich von Drygalski 1892-1893, after DRYGALSKI 1897.

und Umkristallisation, die durch den Druck der darüberliegenden Eismassen ausgelöst werden (DRYGALSKI 1897a: 524). Dadurch schloß er ein Gleiten in der Gesamtheit geradezu aus.

Trotz der aus heutiger Sicht recht einfach erscheinenden Messungen konnte Drygalski aus den Ergebnissen der Untersuchungen in Grönland die Inlandeisbewegung und die Wirkung der Eiszeit mit ihren glazialen Ablagerungen in Nordeuropa schon recht gut ableiten (DRYGALSKI 1897a: 503, 534).

6. KRITIK

Die Auswertung der Bewegung grönländischer Eisströme wurde zum Diskussionspunkt unter den Gletscherforschern der Alpen, vor allem unter dem Münchner Geodäten Sebastian Finsterwalder (1862-1951) und dem österreichischen Geographen Eduard Richter (1847-1905) auf der einen Seite und dem „Inlandeisforscher“ Drygalski auf der anderen Seite (vgl. RÜDIGER 1912: 531-533). Finsterwalder hatte gerade unter Mitwirkung von Richter seine Vermessung des Vernagtgletschers von 1888 und 1889 und die Nachmessungen aus den Jahren 1891, 1893 und 1895 veröffentlicht (FINSTERWALDER 1897). Diese Ergebnisse konnte Drygalski in der Auswertung seiner Grönlandmessungen noch nicht benutzen, wobei sie an seinen Darlegungen auch nichts geändert hätten (DRYGALSKI 1899a: 261). Entgegen Drygalskis Ansicht deutete Finsterwalder das Inlandeis als riesigen Plateaugletscher, dessen „zentraler Kern Nähgebiet und dessen Saum Abschmelzungsgebiet ist.“ (FINSTERWALDER 1899: 172). Aus den von Drygalski wenig gewürdigten Ablationsmessungen schloß er auf eine klimatische Schneegrenze, die auch noch nördlich des 70. Breitengrades über dem Meeresspiegel lag und „von dem direkten Strahlungseinfluß der Sonne in bemerkenswerter Weise unabhängig ist.“ (S. 172). Südlich davon überwog seiner Meinung nach die Drainage durch Kalbung von Eisbergen. Vor allem wendete sich Finsterwalder als Begründer der „geometrischen Theorie“ der Eisbewegung, die eine Vernichtung oder Neubildung in den einzelnen Eisschichten ausschloß, gegen die Annahme der besonderen Vertikalbewegung im Inneren des Eises. Später ließ er schließlich selber eine Vertikalkomponente für die Erklärung der Bewegung der Alpengletscher zu (FINSTERWALDER 1907). Drygalski schrieb mehrere detaillierte Entgegnungen, die u.a. in der Geographischen Zeitschrift (DRYGALSKI 1899a) und in Petermanns Mitteilungen (DRYGALSKI 1899b) veröffentlicht wurden. Daß die Eisbewegung nach Drygalski nur bei Schmelztemperatur möglich sein sollte, wurde interessanterweise von Finsterwalder und anderen zeitgenössischen Kritikern nicht in Frage gestellt.

Im Ausland, insbesondere in England, wurde das Grönlandwerk sehr positiv aufgenommen. In einer Besprechung in der englischen Zeitschrift *Nature* ging James Geikie (1839-1915), selber Geologe und Eiszeitforscher, ausführlich auf die Anwendung der Thomsonschen Regelationstheorie durch Drygalski ein (GEIKIE 1898: 414). Zum Abschluß gratulierte er der Geographischen Gesellschaft in Berlin zu dem großen Erfolg der Unternehmung.

Bis ans Ende seiner wissenschaftlichen Laufbahn ist Drygalski seiner Theorie treu geblieben. Zuletzt legte er sie 77jährig in weiter ausgebauter Form in den entsprechenden Kapiteln der von ihm und Machatschek gemeinsam verfaßten Gletscherkunde nieder (DRYGALSKI & MACHATSCHEK 1942: 115-130).

7. AUSBLICK

Mit seinem Grönlandwerk habilitierte sich Drygalski im Februar 1898. In seiner Antrittsrede lenkte er die Aufmerksamkeit auf die Erforschung des bisher noch weitgehend unbekanntes Südpolargebietes (DRYGALSKI 1898b). Zur Lösung der vielen offenen Fragen schlug er die Aussendung einer Expedition vor, die im unbekanntes Gebiet ein Jahr lang eine meteorologische und magnetische Station unterhalten sollte.

Wegen seiner praktischen Erfahrungen aus der Überwinterung in Grönland und auf Grund seiner umfangreichen Bearbeitung der Messungen wurde Drygalski kurze Zeit später von der Deutschen Kommission für Polarforschung zum Leiter der von ihr vorbereiteten ersten deutschen Südpolarexpedition gewählt (DRYGALSKI 1904: 2ff), die von 1901-1903 mit dem Schiff *Gauss* durchgeführt wurde. So ebnete die Grönlandexpedition der Gesellschaft für Erdkunde Drygalski den Weg in die Antarktis.

8. NACHMESSUNGEN

Nach Drygalskis Untersuchungen in den Jahren 1891 und 1892-93 sind von deutscher Seite erst 1929 und 1930-31 während der Grönlandexpedition unter der Leitung von Alfred Wegener (1880-1930) Nachmessungen durchgeführt worden (SORGE 1930, LOEWE 1930, 1935). Der Umiamako- und der Rink-Gletscher konnten anlässlich der „Universal-Dr.Fanck-Grönland-Expedition 1932“ vermessen werden (SORGE 1933a, b). Diese Filmexpedition stellte eine außergewöhnliche Konstellation dar, denn das Betreten Grönlands war zum Schutz seiner Bewohner nur wissenschaftlichen Expeditionen vorbehalten (FANCK 1933). Da aber sowohl der dänische Polarforscher Knud Rasmussen (1879-1933) als Protektor und Mitarbeiter, als auch die Teilnehmer der Wegener-Expedition Ernst Sorge (1899-1946) und Fritz Loewe (1895-1974) für wissenschaftliche Beratung und Untersuchungen von grönländischen Gletschern und Fjorden gewonnen werden konnten, wurde die Einschränkung umgangen. Während der Dreharbeiten konnte Sorge eine Kalbung des Rinkgletschers beobachten und dieses gewaltige Naturschauspiel ausführlich in seinem Reisebuch beschreiben (SORGE 1933a: 173-179). Am 5. September 1932 machte Sorge von einer weiteren Kalbung erstmalig aus der Nähe spektakuläre Tonfilmaufnahmen, die zur Einstimmung am Anfang von Dr. Fancks Spielfilm „SOS-Eisberg“ zu sehen sind.

In Tabelle 1 werden nun Drygalskis Messungen im Zusammenhang mit Vor- und Nachmessungen aufgeführt, und zwar erst die Inlandeisabflüsse in der Reihenfolge von Süd nach Nord, dann einige Lokalgletscher von Ost nach West. Unter „Tendenz“ ist das Gletscherverhalten zur Zeit der Beobachtung angegeben.

Im Vergleich mit den Messungen von 1932 waren sowohl der südlichste als auch die beiden nördlichsten Inlandeisabflüsse seit Drygalski im Rückgang begriffen, während die dazwischen gelegenen Gletscher stationär blieben. Von den untersuchten Lokalgletschern an der Nordküste der Halbinsel Nuksuak gingen der westlichere und der östlichere Gletscher ebenfalls zurück.

9. DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. Hans Röthlisberger danke ich sehr herzlich für die Durchsicht des Manuskripts und seine hilfreichen Kommentare, die mir das Verständnis der alten Fachterminologie erleichtert haben. Die anregenden Bemerkungen des Reviewers haben sehr zur Gestaltung des Manuskripts beigetragen. Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. h.c. Oskar Reinwarth von der Kommission für Glaziologie an der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München für die uneingeschränkte Benutzung seiner Bibliothek.

Literatur

- Baschin, O. (1900): Die ersten Nordlichtphotographien, aufgenommen in Bossekop (Lapland).- *Met. Ztschr.* 17 (6): 278-280.
- Brown, R. (1871): Das Innere von Grönland.- *Peterm. Mitt.* 17 (10): 377-389.
- Drygalsky, E. v. (1887): Die Geoid-Deformation der Kontinente zur Eiszeit und ihr Zusammenhang mit den Wärmeschwankungen in der Erdrinde.- *Ztschr. Ges. Erdk. Berlin* 22: 168-280.
- Drygalsky, E. v. (1889): Über Bewegungen der Kontinente zur Eiszeit und ihren Zusammenhang mit den Wärmeschwankungen in der Erdrinde.- *Verh. 8. Dt. Geogr.-Tages Berlin, Berlin*: 162-180.
- Drygalsky, E. v. (1890): Zur Frage der Bewegung von Gletschern und Inlandeis.- *N. Jb. Min. Geol. Paläont.* 2: 163-184.
- Drygalsky, E. v. (1891): Über die im Auftrage der Gesellschaft ausgeführte Vorexpedition nach West-Grönland.- *Verh. Ges. Erdk. Berlin* 18 (8): 445-471.
- Drygalsky, E. v. (1893): Bericht über den Verlauf und die vorläufigen Ergebnisse der Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde.- *Verh. Ges. Erdk. Berlin* 20 (8/9): 438-454.
- Drygalsky, E. v. (1897a): Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891 bis 1893.- Bd. 1, W. H. Köhl Verlag, Berlin, 556 S.
- Drygalsky, E. v. (1897b): Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891 bis 1893.- Bd. 2, W. H. Köhl Verlag, Berlin, 571 S.
- Drygalsky, E. v. (1898a): Die Eisbewegung, ihre physikalische Ursachen und ihre geographischen Wirkungen.- *Peterm. Mitt.* 44 (3): 55-64.
- Drygalsky, E. v. (1898b): Die Aufgaben der Forschung am Nordpol und Südpol.- *Geogr. Ztschr.* 4: 121-133.
- Drygalsky, E. v. (1899a): Die Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin.- *Geogr. Ztschr.* 5: 261-279.
- Drygalsky, E. v. (1899b): Die Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin.- *Peterm. Mitt.* 45: 293-296.
- Drygalsky, E. v. (1904): Zum Kontinent des eisigen Südens.- *Georg Reimer Verlag, Berlin*, 668 S.
- Drygalsky, E. v. (1918): Ernst Vanhöffen †.- *Mitt. Geogr. Ges. München* 13: 366-367.
- Drygalsky, E. v. (1933): Otto Baschin †.- *Mitt. Geogr. Ges. München* 26: 222-223.
- Drygalsky, E. v. & Machatschek, F. (1942): Gletscherkunde. *Enzyklopädie der Erdkunde*.- Teil 8, Franz Deuticke, Wien, 261 S.

- Fanck, A. (1933): S.O.S. Eisberg. Mit Dr. Fanck und Ernst Udet in Grönland.- F. Bruckmann AG, München, 68 S., 64 Tafeln.
- Fels, E. (1959): Drygalski, Drigalski, v.- in: Histor. Kom. Bay. Akad. Wiss. (Hrsg.), Neue Deutsche Biographie, Dunker & Humboldt, Berlin, 143-144.
- Finsterwalder, S. (1897): Der Vernagtferner. Seine Geschichte und seine Vermessung in den Jahren 1888 und 1889.- Wiss. Erg.Hefte. Ztschr. Dt. u. Österr. Alpenvereins. Bd. I, Hft. 1: 112 S.
- Finsterwalder, S. (1899): E. v. Drygalskis Grönlandwerk.- Peterm. Mitt. 45 (7): 167-174.
- Finsterwalder, S. (1907): Die Gletscherbewegung mit Berücksichtigung ihres senkrechten Anteils.- Ztschr. Gletscherkd. 1: 4-20.
- Geikie, J. (1898): The Berlin Geographical Society's Greenland-Expedition.- Nature 58 (1505): 413-416.
- Heim, A. (1885): Handbuch der Gletscherkunde.- J. Engelhorn, Stuttgart, 560 S.
- Kick, W. (1971): Das Eis der Erde und die Geodäsie.- Ztschr. Verm. 96 (11): 476-487.
- Loewe, F. (1930): Nachmessungen von Gletscherfronten. b) Im Umanakdistrikt.- Ztschr. Ges. Erdk. Berlin 65 (3/4): 108-111.
- Loewe, F. (1935): Die Gletscherfronten im Umanakbezirk. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Grönland-Expedition Alfred Wegener 1929 und 1930/1931.- Bd. III, Glaziologie, F.A. Brockhaus, Leipzig, 1-17.
- Meinardus, W. (1949): Erich von Drygalski †.- Peterm. Mitt. 93: 177-180.
- Moerder-v. Drygalski, R. (1964): Erich von Drygalski zum hundertsten Geburtstag am 9. Februar 1965.- Polarforschung 34 (1/2): 263-266.
- Müller, M. (1949): Erich von Drygalski zum Gedächtnis.- Polarforschung 19 (1/2): 294-295.
- Nansen, F. (1891): Auf Schneeschuhen durch Grönland.- Verlagsanstalt und Druckerei Actien-Gesellschaft, Hamburg; Bd. I: 400 S., Bd. II: 455 S., neue, gekürzte Ausgabe 1981, Ullstein Buch, Frankfurt/Main., Nr. 32041.
- Nordenskjöld, A. E. (1880): Expedition nach Grönland, 1870.- In: Die Nordpolarreisen Adolf Erik Nordenskjöld's 1858 bis 1879, F.A. Brockhaus, Leipzig, 134-153.
- Nordenskjöld, A. E. (1886): Grönland. Seine Eiswüsten im Innern und seine Ostküste. Schilderung der 2. Dickson'schen Expedition, ausgeführt im Jahr 1883.- Leipzig, 505 S.
- Rüdiger, H. (1912): Deutschlands Anteil an der Lösung der polaren Probleme.- Mitt. Geogr. Ges. München 6-7: 445-564.
- Schaefer, I. (1989): Der Weg Albrecht Pencks nach München, zur Geographie und zur Alpinen Eiszeitforschung.- Mitt. Geogr. Ges. München 74: 4-25.
- Sorge, E. (1930): Nachmessungen von Gletscherfronten. a) In der Diskobucht.- Ztschr. Ges. Erdk. Berlin 65 (3/4): 107-108.
- Sorge, E. (1933a): Mit Flugzeug, Faltboot und Filmkamera in den Eisfjorden Grönlands.- Drei Masken Verlag A.G., Berlin, 184 S.
- Sorge, E. (1933b): Umanako- und Rinkgletscher. Universal-Dr.Fanck-Grönland-Expedition 1932.- Deutsche Universal-Film Aktiengesellschaft, Presseabteilung (Hrsg.), Berlin, 24 S.
- Stapff, F. M. (1889): über Niveauschwankungen zur Eiszeit nebst Versuch einer Gliederung des Eulengebirgischen Gebirgsdiluviums.- Jb. Kgl. Preuss. Geol. Ldanst. u. Bergakad. Berlin, 109 S.
- Torell, O. (1875): Vortrag über die Inlandeisbedeckung in Norddeutschland referiert im Protokoll der Novembersitzung.- Z. dt. Geol. Gcs. 27: 961-962.
- Wichmann, H. (1884): Prof. Freih. v. Nordenskjölds Grönland-Expedition, 1883.- Peterm. Mitt. 30 (1): 30-34.