

6.1.2 Bildvergleich des ins Meer fließenden *Borggletschers* (1931 und 2006)

29. Juli 1931: Northwestern Sues Land (south wall of Franz Joseph Fiord). [...] The mountains are about 1800 meters high.”

Foto: LOUISE A. BOYD 1931



15. Aug. 2006: Blickrichtung nach Südwesten von Bord der DAGMAR AAEN auf der Position φ : 73° 08,74' N, λ : 026° 40,30' W, um 09:40 Uhr

Foto: MATTHIAS BERG 2006

Die historische Aufnahme zeigt den in einem engen Tal zwischen zwei hoch aufragenden Bergen nach Norden hin abfließenden *Borggletscher*, dessen Kalbungsfront am Meer liegt. Die Höhe der Berge sind von BOYD (1935) mit über 1800 m angegeben, aus der topographischen Karte lässt sich erkennen, dass ihre Höhen 1990 m und 2160 m betragen.

Auffällig ist zunächst die große Ähnlichkeit der beiden Aufnahmen. So sind die auf beiden Aufnahmen deutlich erkennbaren kleinen Firn- bzw. Schneefelder in den Erosionsrinnen von sehr ähnlicher Ausdehnung, sehr markant sind dabei die Felder unterhalb der Gletscherkappe im oberen linken Bilddrittel und jenes an der steilen Bergflanke links oberhalb des *Borggletschers*.

Die hohe Übereinstimmung lässt auf grundsätzlich recht ähnliche Einflussfaktoren wie Temperatur, Windaktivitäten und Niederschlag schließen. Besonders die kleineren Schnee- und Firnfelder – der Verfasser kann den Unterschied auf die großen Entfernungen hin nicht genau bestimmen – können als relativ abhängig neben der Temperatur sowohl vom jährlichen Niederschlag als auch der Umverteilung durch Windaktivitäten angesehen werden. Zumindest für die zu vergleichenden Jahre 1933 und 2006 kann aufgrund dieser Interpretation von einer solchen Ähnlichkeit ausgegangen werden.

Im Vergleich der Höhe der Gletscheroberfläche zeigt sich, dass die Dicke des Talgletschers abgenommen hat. An der Seitenmoräne der rezenten Aufnahme lässt sich der historische Gletscherstand gut erkennen.

Auch hier zeigen die ähnlichen Lichtverhältnisse und der Schattenwurf an, dass die Wiederholungsaufnahme etwa zur gleichen Tageszeit wie das historische Foto aufgenommen wurde.



Karte 3: Lage der Gletscher auf der topogr. Karte (GIC 1974+ eigene Bearbeitung)

6.1.3 Bildvergleich *Fjordwand des Fraenkel Landes (1933 und 2006)*



05. Aug. 1933 Fraenkel Land (north wall of Franz Joseph Fjord). Hanging glacier with avalanche ice and looped moraine to the east of Ättestupan. Foto: LOUISE A. BOYD 1933

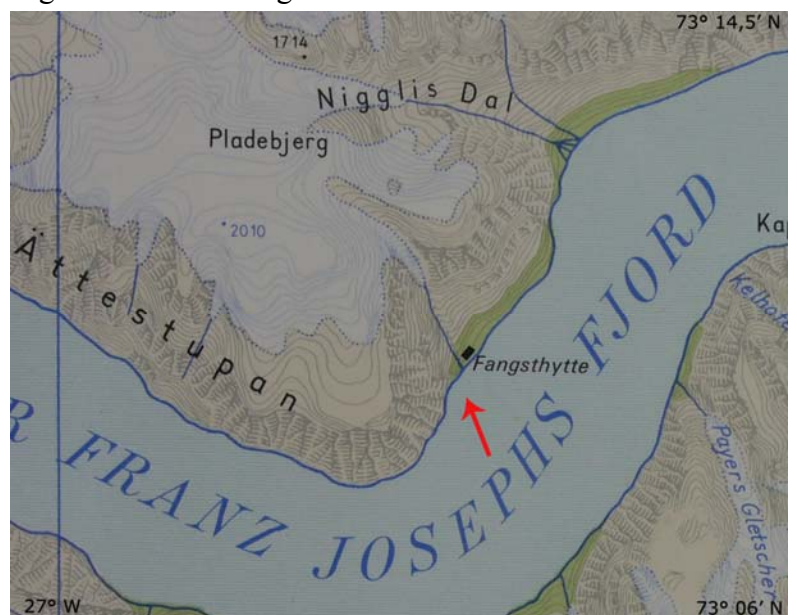


15. Aug. 2006 Blickrichtung nach Nordnordwest von Bord der DAGMAR AAEN auf $\varphi: 73^{\circ} 09,5' N$, $\lambda: 026^{\circ} 37,1' W$, um 09:48 Uhr Foto: MATTHIAS BERG 2006

Auf den Aufnahmen ist eine südostexponierte, aus etwa 1300m NN herabhängende kleine Gletscherzunge sowie ein Wasserfall des aus dem Gletscher austretenden Schmelzwassers deutlich zu erkennen. Ein unterhalb anschließender Bereich zeigt eine Eisfläche, die größtenteils aus Gletscherbruch und gefrorenem Schmelzwasser bestehen müsste. An dieses schließt sich in dem Bereich bis zum Meeresspiegel ein mächtiges Moränenfeld an. Besonders der untere Bereich zeigt mit ausgeprägten Kämmen in den Schuttablagerungen zwei Seitenmoränen an. In der Mitte des Moränenfeldes deutet die Form auf einen vom Schutt bedeckten Kern aus massivem Gletschereis hin. Da auch im Rahmen einer glazialgeomorphologischen Untersuchung geäußert wurde, dass „es meist schwierig ist, zwischen gefrorenem Schutt und schuttbedecktem Toteis eine Unterscheidung zu treffen“ (KING & HELL 1993: 22), gilt dies in noch wesentlich gesteigertem Maße für die Bildinterpretation und daher wird hier keine weitere Bestimmung unternommen.

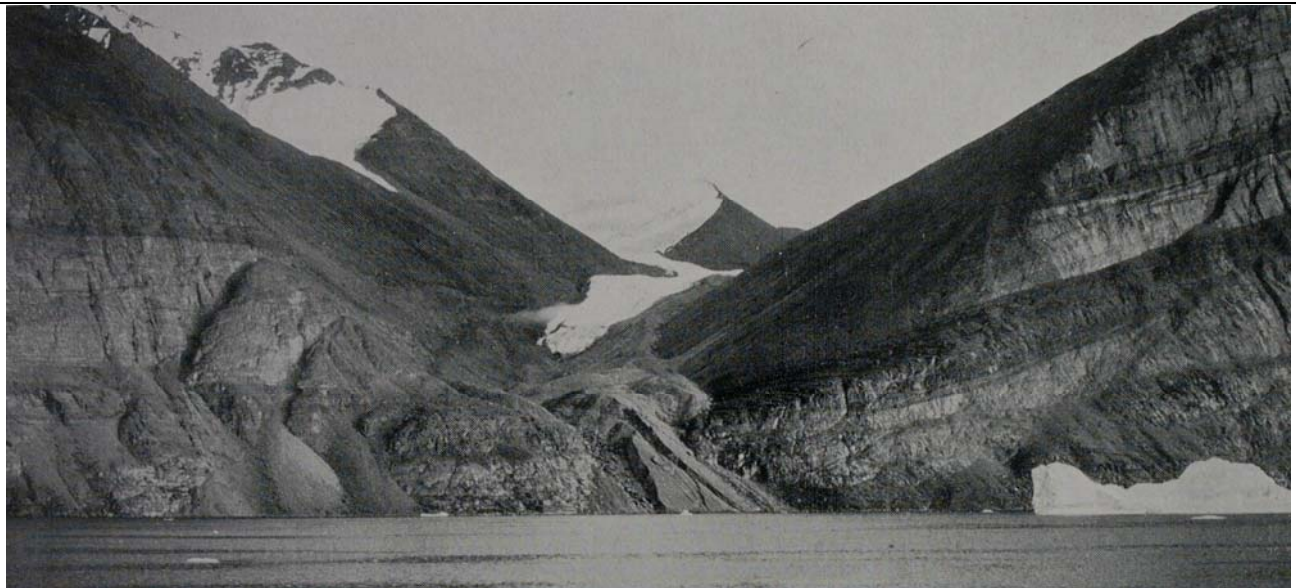
Im Bildvergleich fällt besonders der Rückgang des Gletscherbruchfeldes im unteren Bereich auf. Der Hängegletscher zeigt bei genauerer Betrachtung ebenfalls einen deutlich erkennbaren Rückgang, besonders gut ist dies an der vom Betrachter aus gesehen rechten Gletscherflanke zu erkennen. Hier ist in der rezenten Aufnahme anhand der farblichen Absetzung der ehemals höhere Gletscherstand gut sichtbar. Für eine genauere Größenabschätzung anhand der Bildvergleiche sieht der Verfasser durch zu viele Unsicherheiten hinsichtlich der exakten Abgrenzung und einer schweren Bestimmbarkeit des genauen Aufnahmewinkels als nicht sehr sinnvoll an.

Da bei gleichen Bedingungen auch keine großen Veränderungen des aus Gletscherbruch und erneut gefrorenem Schmelzwasser bestehenden Bereiches zu erwarten wären, deutet dieser Rückgang auf einen Anstieg der Temperatur mit deutlichen Auswirkungen auf diese südostexponierte Lage hin. Doch kann dieser Rückgang auch stark auf mögliche Schwankungen der Eis- und Schmelzwasseraktivitäten zurückzuführen sein. Die topographische Karte zeigt an, dass dieser Hängegletscher im Randbereich eines mächtigen Gletscherfeldes um den 2010m NN hohen *Pladebjerg* liegt und daher eine große Abhängigkeit von möglichen Veränderungen dieses Plateaugletschers anzunehmen ist. Auch muss die Reaktion des Gletscherbruchfeldes als recht andersartig als die Reaktionen von kleinen Gletschern angesehen werden und kann hier nicht genauer eingeschätzt werden.



Karte 4: Lage der Gletscher auf der topogr. Karte (GIC 1974+ eigene Bearbeitung)

6.1.4 Bildvergleich des *Kleinen Gletschers von der Payer-Spitze* (1933 und 2006)



1. Sept. 1933 “Suess Land (south wall of Franz Joseph Fiord). Small glacier from Payer Peak with abandoned moraine reaching nearly to sea level and trenched outwash fan at the fiord edge.”

Foto: LOUISE A. BOYD 1933



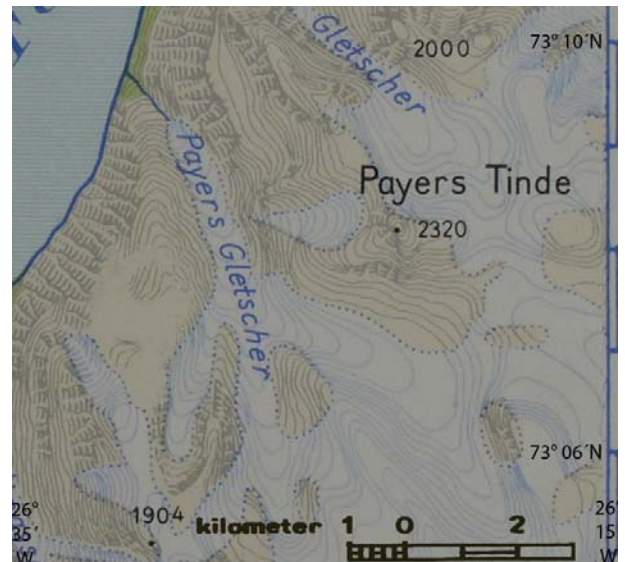
15. Aug. 2006 Blickrichtung nach Südost von Bord der DAGMAR AAEN auf Position:
 φ : 73° 10,57' N λ : 026° 32,33' W, um Zeit: 11:53 Uhr

Foto: MATTHIAS BERG 2006

Abb. 30: Bildvergleich "Small glacier in Suess Land"

Die Aufnahmen zeigen einen kleinen Gletscher, der in einem Tal an der Westflanke des 2320 m NN hohen Payers Tinde (Payer-Spitze) nach Nordnordwest abfließt. BOYD weist auf die verlassene Moräne hin, die bis dicht an den Meeresspiegel heranreicht.

Die deutlich ausgeprägten Moränenstruktur mit einer weit über dem auf den Bildern erkennbaren Gletscherstand liegenden Seitenmoränen und einer ausgeprägten Endmoräne – soweit erkennbar könnte es sich um eine Stauchendmoräne handeln – zeigt die ehemals wesentlich größere Ausdehnung des Gletschers an. Auf der historischen Aufnahme ist kein Schmelzwasserabfluß, auf der rezenten jedoch ein deutlicher Wasseraustritt



Karte 5: Lage der Gletscher auf der topogr. Karte (GIC 1974+ eigene Bearbeitung)

aus dem Gletscher erkennbar. Doch hier spielen neben der Wiedergabequalität vor allem auch die stark abweichenden Lichtverhältnisse eine entscheidende Rolle, da das Gegenlicht der Wiederholungsaufnahme die Wasserflächen deutlich hervorhebt – so auch eine wassergefüllte Abflussrinne am Rand der Seitenmoräne.

Die Aussagemöglichkeiten über die erkennbaren Veränderungen des Gletschers sind in diesem Bildvergleich durch die stark abweichenden Lichtverhältnisse sehr eingeschränkt. Jedoch bietet diese Bildpaar eine gute Möglichkeit, um auf methodische Schwierigkeiten bei der Aufnahme von Wiederholungsaufnahmen einzugehen.

Neben den Lichtverhältnissen ist als weitere Einschränkung und besondere Anforderung an die hier wiedergegebenen Bildvergleiche die Abhängigkeit von der Eissituation zu nennen – wie dies in der



Beschreibung der Primärdatensammlung Abb.31: Eisberg im Fjord

Foto: BERG 2006

am Anfang dieses Kapitels erwähnt wurde. Die obige Abbildung zeigt, dass während der Fahrt der Blick auf die historischen Bilder oftmals durch Eisberge verstellt war – im Hintergrund ist der Gletscher des Bildvergleiches zu erkennen. Mit viel Glück war jedoch keine der in diesem Fjordabschnitt möglichen Wiederholungsaufnahmen beim Erreichen der weitestgehend angenäherten Perspektive der historischen Aufnahmen verstellt.

6.2 Gletscherzungen und Auslassgletscher am Ende des Keiser Franz Josephs Fjordes



Abb.32: Westliches Ende des Keiser Franz Josephs Fjordes. Als Aufnahmerichtungen sind eingezeichnet: e=Eingang des Kjerulf Fjordes; f=Gletscherzungen des Riddar-Tales; g=Nordenskiöld-Auslassgletscher (GLCF)

Das Satellitenbild zeigt den westlichen Anfang des Kejsler Franz Josephs Fjordes. Im oberen Bild-drittel ist mit der Kalbungsfront des Nordenskiöld-Gletschers das westliche Ende des Fjordes gut zu erkennen. In der rechten Bildhälfte mündet der von Süden kommende Kjerulf-Fjord in den Haupt-fjord ein.

Die großräumigere Abb. 20 (S.50) – von der dieses Bild einen Ausschnitt ist – zeigt sehr deutlich, dass es sich auch bei dem mächtigen Gletscherfeld im linken unteren Bilddrittel um eine isolierte, nicht mit dem Inlandgletscher verbundene Eiskuppe handelt. Im Norden dieses Zusammenschlusses von Gletschern sind deutlich ausgeprägte Kargletscher mit den in die Täler reichenden kleineren Auslassgletschern zu erkennen. Auffällig ist am linken Bildrand ein längerer Gletscherstrom, der im Nordenskiöld-Gletscher mündet. Dieser Auslassgletscher des Inlandeises führt zwei als dunkle Bänder gut erkennbare Mittelmoränen mit, die den Zusammenfluss mehrerer Gletscherströme anzeigen. Einer dieser Zusammenflüsse lässt sich auf den Bildern des Bildvergleiches zum Nordenskiöld-Gletscher erkennen (Kap. 6.2.3).

Die in Kapitel 3.1.2 durch Untersuchungen mittels Fernerkundungsdaten an Auslassgletschern im südöstlichen Grönland eingegangen. Die enorme Dynamik an der Kalbungsfront dieser mächtigen

Eisströme zeigt sich dort an den Fließgeschwindigkeiten von 5-14 km/a, während an dem Daa-gaard-Jensen Gletscher in Nordostgrönland die Fließ-geschwindigkeit knapp 4 km/a beträgt (RIGNOT et al. 2006). Die Luftaufnahme zeigt die Gletscherstirn des De Geer Gletschers, der in den Eisfjord von Norden her einmündet (vgl. Abb. 20). Die enorme Menge der beim Kalben des Gletschers entstandenen Eisberge ist eindrucksvoll zu erkennen.



Abb.33: Kalbungsfront des De Geer Gletschers

(Alean & Hambrey 1994: 37)

6.2.1 Bildvergleich der *Gletscher am Eingang des Kjerulf Fjordes (1931 und 2006)*



30. Juli 1931 Entrance of Kjerulf Fjord from Franz Joseph Fjord. Riddarborgen is on the extreme right.
Foto: LOUISE A. BOYD 1931



14. Aug. 2006 Blickrichtung SW von $\varphi: 73^{\circ} 09,10' N$ $\lambda: 027^{\circ} 11,82' W$ um 14:03 Uhr

Foto: MATTHIAS BERG 2006

Abb.34: Bildvergleich "Kjerulf Fjord"

Die Aufnahmen zeigen einen Blick nach Südwesten in die Einmündung des Kjerulf-Fjordes in den Kejsler Franz Josephs Fjord mit einer sehr markanten Gletscherzunge in der Bildmitte. Es handelt sich hierbei um einen kleinen Auslassgletscher von einer anhand der topographischen Karte und dem Satellitenbild in seiner großen Ausdehnung erkennbare Plateauvergletscherung.

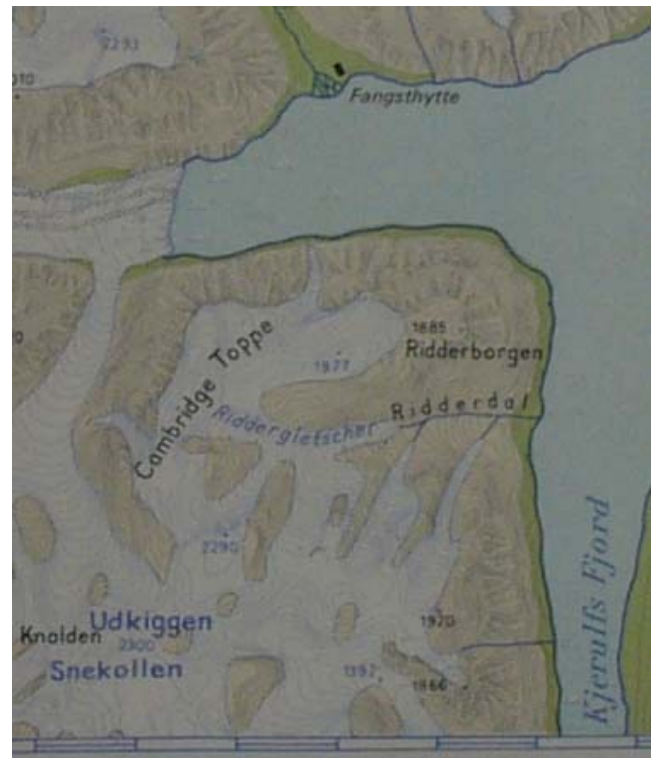
Sehr auffällig sind die bogenförmigen Seitenmoränen unterhalb der Gletscherzunge, die wiederum einen in der Vergangenheit wesentlich höheren Gletscherstand anzeigen.

Die Berge sind frei von Schnee- oder Firnfeldern.

Im Bildvergleich ist die nahezu gleichartige Länge des Gletschers auffällig. Die vorderste Spitze reicht auf der historischen Aufnahme etwas weiter ins Tal hinab, jedoch weist die Gletscherzunge der rezenten Aufnahme im unteren Bereich eine größere Mächtigkeit auf. Doch auch hier können die Aussagen nur qualitativ abschätzend sein und es kann lediglich möglichst genau beobachtet werden.

Bei der vergleichenden Bildinterpretation fällt stark die veränderte Eissituation auf. Auch wenn auf der rezenten Aufnahme ein größerer Eisberg als auf dem historischen Foto zu sehen ist, so findet jedoch das Aufkommen von kleineren Bruchschollen auf der Wiederholungsaufnahme keine Entsprechung in der Aufnahme von 2006. Dieses Foto zeigt den Fjord – abgesehen von dem von der Abbruchkante des Nordenskjöld-Gletschers stammenden Eisberg – nahezu eisfrei.

Von einem durch diese veränderte Eissituation nahe liegenden Rückschluss auf eine grundsätzliche Veränderung sollte jedoch abgesehen werden. Denn während der Fahrten durch die Fjorde zeigte sich eine sehr unterschiedliche Eissituation, da sich teilweise in kurzer Zeit und auf kurzer Distanz das Eis aufkommen stark veränderte. Gestützt wird diese Beobachtung durch die Beschreibungen in den Expeditionsberichten, die im folgenden Kapitel dargestellt werden. Auch ein Vergleich des auf Satellitenbildern erkennbaren Eises zeigt sehr unterschiedliche Eisfelder innerhalb weniger Jahre an (vgl. Kap 6.1).



Karte 6: Lage der Gletscher auf der topogr. Karte (GIC 1974+ eigene Bearbeitung)

6.2.2 Bildvergleich von *Gletscherzungen des Riddar-Tales (1933 und 2006)*



06. Aug. 1933 "Riddar Valley, west side of Kjerulf Fiord near Riddarborgen. Recent shrinkage of the small glacier on the left is shown by the abandoned moraine and by the unmantled steep slopes along the glacier."
Foto: LOUISE A. BOYD 1933



15. Aug. 2006 Blickrichtung SW von Position: $\varphi: 73^{\circ} 05' 84'' \text{ N}$ $\lambda: 027^{\circ} 18,42' \text{ W}$
Foto: MATTHIAS BERG 2006

Abb.35: Bildvergleich "Riddar Valley"

Die Aufnahmen geben einen Ausschnitt aus der vorherigen Ansicht wieder. Dieser Bildvergleich ermöglicht neben der Ausschnittsvergrößerung auch das Aufzeigen von methodischen Problemen.

Auffällig ist auch hier wiederum die nahezu gleiche Länge der linken Gletscherzunge (die auch in der vorherigen Aufnahme zu sehen war) und ebenso auch des Gletschers rechts im Bild. Dieser Gletscher ist sowohl auf der historischen als auch auf der rezenten Aufnahme frei von Gesteinschutt. Auf der Wiederholungsaufnahme deuten die anhand der helleren Färbung im Umfeld der Gletscherstirn erkennbaren Veränderungen der Erdoberfläche einen höheren Gletscherstand an.

Anhand des hinter dem Kamm am rechten oberen Bildrand hervorragenden Berges ist zu erkennen, dass der historische Aufnahmepunkt nicht ganz genau getroffen wurde. Doch können aufgrund der hohen Übereinstimmung trotzdem einzelne Bereiche genauer verglichen und die Gleichartigkeit oder die Unterschiede interpretiert werden. Dabei ist die leichte perspektivische Verschiebung zu beachten. So ist bei genauer Betrachtung der Gletscherzunge inmitten der Moränenzüge auf der historischen Aufnahme zu erkennen, dass der vorderste Bereich (wahrscheinlich) verdeckt ist. Dies ändert zwar nichts an der bereits aus den vorherigen Aufnahmen erkennbaren ähnlichen Länge der Gletscherzunge, hat jedoch Einfluss auf eine qualitativ abschätzende Interpretation.

Auffällig an den gebogenen Seitenmoränen ist, dass hier die von FRISTRUP (1952) an vielen Gletschern in Nordostgrönland festgestellten zweifachen Moränensysteme gut erkannt werden können. In der Wiederholungsaufnahme setzt sich die innere Seitenmoräne mit hellerem Grauton stark ab. Es gab demnach zwei Phasen mit größerer Eisausdehnung.

Leider kann weder dem Bildvergleich noch der Literatur entnommen werden, ob das äußere Moränensystem tatsächlich den 1920er Höchststand anzeigt. Dies müsste zwar prinzipiell zutreffen, würde aber einen sehr starken

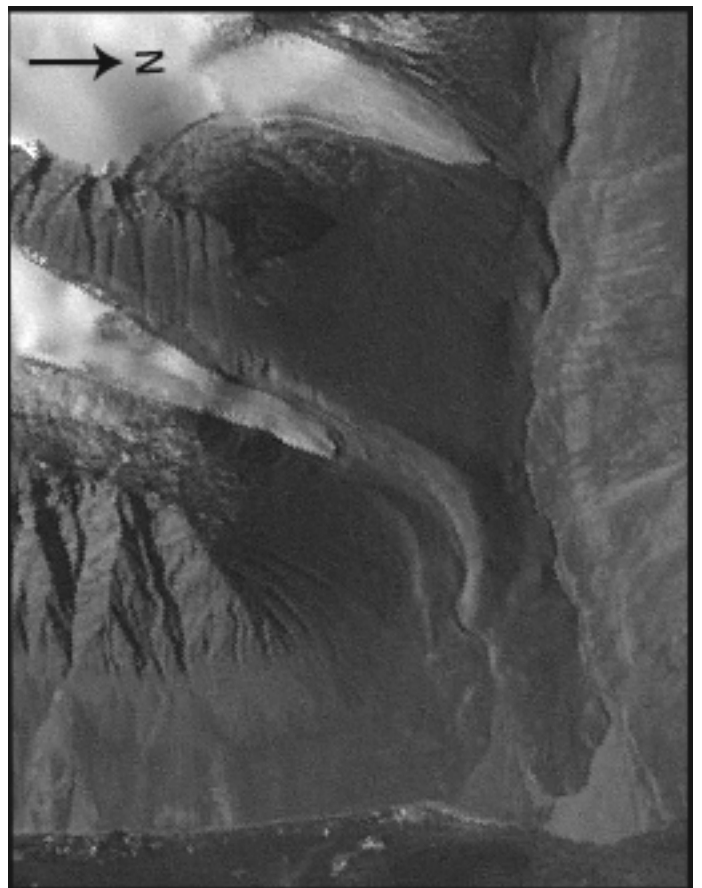
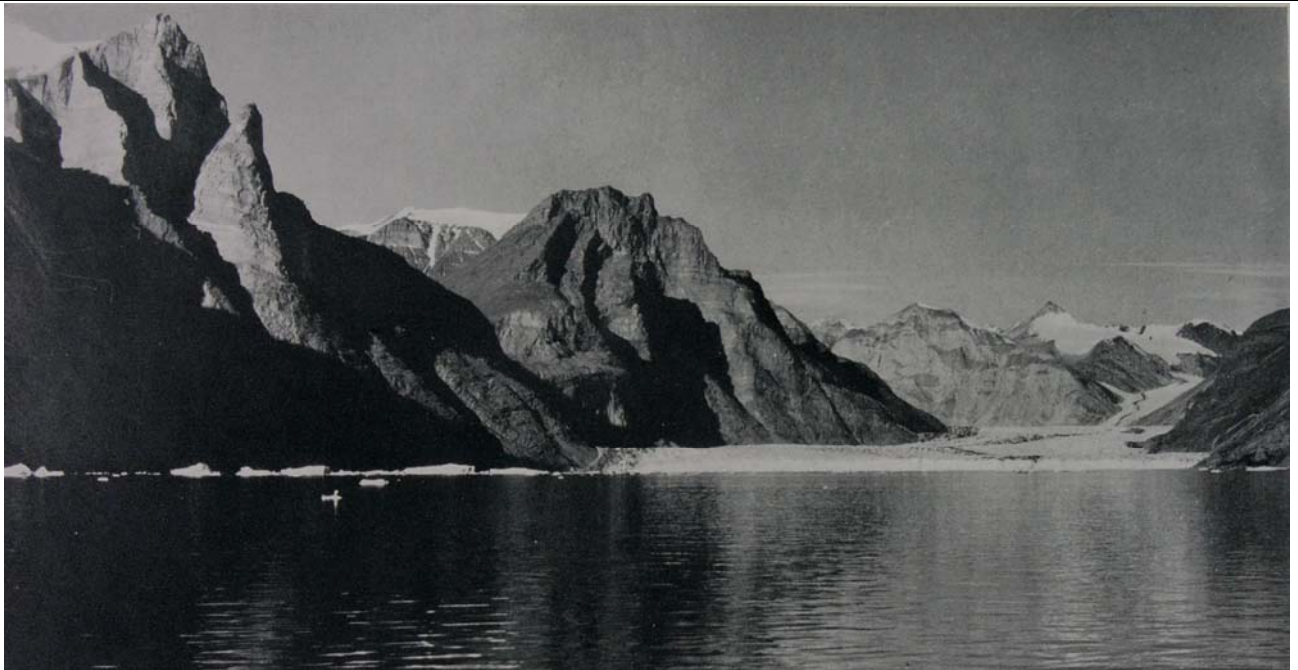


Abb.36: Satellitenbild des Riddar Valley (GLCF)

Gletscherrückgang bereits bis 1933 bedeuten, der im Gegensatz zu der in der Literatur für den Großraum beschriebenen geringen Eisdynamik stehen würde. Auch die Wiederholungsaufnahmen zeigen eher statische Verhältnisse mit Anzeichen von geringeren Veränderungen. Jedoch trifft zu, dass „nearly everywhere the glaciers showed signs of having receded“ (BOYD 1935: 29).

Im Satellitenbild sind neben den Seitenmoränen auch die deutlich ausgeprägten Schmelzwasserrinnen besonders auffällig sowie in deren Mündungsbereichen gut ausgebildete Schwemmfächer.

6.2.3 Bildvergleich zum *Nordenskiöld-Auslassgletscher* (1933 und 2006)



31. Juli 1933 The inner end of Franz Joseph Fiord and the front of Nordenskiöld Glacier. To the left, the mountains of Goodenough Land, to the right, in the distance, Fraenkel Land. The prominent matterhorn beyond the glacier is Nathorst Peak (2390m) Foto: LOUISE A. BOYD 1933



14. Aug. 2006 Blickrichtung W von Position: $\varphi: 73^{\circ} 05' 84'' \text{ N}$ $\lambda: 027^{\circ} 18,42' \text{ W}$

Foto: MATTHIAS BERG 2006

Die historische Aufnahme beschreibt der Expeditionsbericht und liefert Angaben zur Wassertiefe:

„We had an uninterrupted view of the front of the mighty Nordenskiöld Glacier. We had now reached the end of this majestic waterway, after following its winding course fully 126 miles (200 km) from the outer coast. Even here, close to the termination of Nordenskiöld Glacier, the fiord is still very deep (1500 feet [460 m]) although the bottom rises nearly 1000 feet [300 m] between Ättestupan and the glacier's front“ (BOYD 1935: 27).

Auf dem Satellitenbild (Abb. 32, S. 66) waren die markanten Mittelmoränen als Anzeiger für den Zusammenfluss mehrerer Gletscherströme gut zu erkennen. Hier ist rechts oberhalb der Abbruchkante ein kleinerer Auslassgletscher zu erkennen, der wiederum an der am dunklen Band gut sichtbaren Mittelmoräne einen Zusammenfluss von zwei Gletscherströmen anzeigt und in den von links entlang der auffälligen Steilwand vom Inlandeis kommenden Nordenskiöld Gletscher einmündet. Auf die Höhe der im Hintergrund sichtbaren Nathorst-Spitze mit 2390 m NN weist BOYD in der Bildunterschrift hin, welches die enormen Proportionen verdeutlicht.

Im Bildvergleich zeigt sich, dass sowohl die mächtige Steilwand am Bergkamm links oberhalb der Abbruchkante des Nordenskiöld Gletschers, diese selber und auch die im Hintergrund erkennbaren Gletscherfelder keine größeren Veränderungen aufzeigen. Die Lage der Abbruchkante kann recht genau anhand der auffälligen morphologischen Strukturen an den Berghängen lokalisiert werden und zeigt sich im Vergleich nahezu an derselben Stelle.

Aufgrund der verschiedenen Lichtverhältnisse ist eine genaue Betrachtung oder weitere Ausmessung der Höhen der Gletscheroberfläche nur schwer möglich und wird daher nicht unternommen. Das Vorkommen der vom Gletscher produzierten Eisberge ist auf beiden Aufnahmen ähnlich gering bis weitestgehend nicht vorhanden. Lediglich an der vom Betrachter aus gesehen linken Fjordwand sind auf dem historischen Foto einige größere Eisbruchstücke zu sehen.

Mittels dieser Bildvergleiche lassen sich die Entwicklungen an der Front eines Auslassgletschers genau betrachten und die Veränderungen – oder die in diesem Fall vorgefundene Gleichartigkeit – über den Vergleich mit der Umgebung aufzeigen.

6.3 Zwischenfazit: Bildvergleiche in Nordostgrönland

Die Bildvergleiche im westlichen Bereich des Kejsers Franz Josephs Fjordes können klar einen Rückgang der Gletscher innerhalb von 75 Jahren belegen. Dabei fallen die mittels einer visuellen Interpretation an den einzelnen Gletscheraufnahmen erkennbaren Rückzüge sehr unterschiedlich aus. Die auffälligsten Veränderungen zeigen die kleinen *Kargletscher des Suess Landes* an dem östlichsten Punkt der Untersuchung mit abnehmendem Rückgang hin zu den größeren *Gletschern am Eingang des Kjerulf Fjordes* am westlichen Ende des Fjordes. Diese Gletscherzungen weisen kaum Veränderungen in ihrer Länge auf. Da es sich bei den Gletschern im Untersuchungsgebiet um unterschiedliche Gletschertypen mit stark zu differierender Größe und Form handelt, muss nochmals genauer auf die einzelnen Gletscher eingegangen werden, um sie dann in einen Kontext stellen zu können. Da bei Gletschern die Abhängigkeit im Wesentlichen von den drei Parametern Temperatur, Niederschlag und Einfluss der Morphologie gegeben ist, werden diese Einzelfaktoren bezüglich des Reaktionsverhaltens genauer betrachtet. Zur Interpretation der Veränderungen wurde neben der qualitativen Auswertung der Aufnahmen deren Bildinhalt auch durch den Einbezug von topographischen Karten beurteilt, um so die Gletscher hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von der Morphologie ihrer Umgebung und ihrer Lage im Raum zu analysieren.

In den einzelnen Bildvergleichen wurden die Veränderungen im Detail aufgezeigt, welches hier nicht wiederholt, doch zusammengefasst werden soll. Den am deutlichsten ausgeprägten Rückgang zeigen die Wiederholungsaufnahmen von kleinen Kargletschern bzw. die durch den Zusammenfluss zweier Kargletscher gebildete Gletscherzunge an, die nicht mit größeren vergletscherten Gebieten direkt zusammenhängen, wie mittels der Karten gezeigt werden kann. Im Gegensatz dazu stehen die nur gering veränderten größeren Gletscher, welche mit Gletschersystemen in Verbindung stehen. Eine Ausnahme spielten hierbei der Gletscher und das Gletscherbruchfeld der *Fjordwand des Fraenkel Landes*, welche am Rande eines mächtigen Plateaugletschers liegen. Doch bedingt durch die ausführlicher bei der Beschreibung dieses Bildvergleiches aufgezeigten Unsicherheiten und nur eingeschränkten Aussagemöglichkeiten spielt diese Aufnahme für die Gesamtbetrachtung der Ergebnisse nur eine untergeordnete Rolle. Dies gilt ebenso für die Aufnahme des *Kleinen Gletschers von der Payer-Spitze*, welche aufgrund schlechter Lichtverhältnisse und schlechter Vergleichbarkeit lediglich zur Darstellung methodischer Schwierigkeiten verwendet wird.

Kleinere Gletscher zeigen grundsätzlich schnellere Reaktionen auf Veränderungen der Parameter Temperatur und Niederschlag (HAEBERLI et. al. 2001). Wenn dies für die verschiedenen Reaktionsmuster ursächlich sein sollte, so muss davon ausgegangen werden, dass die für den Rückzug verantwortlichen Veränderungen der Parameter noch nicht sehr lange wirken und die kleinen Gletscher bereits jetzt auf die Veränderungen reagieren, welche bei größeren Gletschern erst in einigen

Jahren Auswirkungen zeigen könnten.

Da keine genaueren Temperatur- und Niederschlagsdaten vorhanden sind, lässt sich der Einfluss dieser Parameter auf die Veränderungen nicht genauer aufzeigen. Umgekehrt kann eine ausschließlich mittels Bildvergleichen durchgeführte Untersuchung nur schwerlich zum genauen Ermitteln der Temperatur- oder Niederschlagsentwicklung durch die erkennbaren Veränderungen genutzt werden, da diese Gletscherveränderungen von mehreren Parametern abhängig sind. Zumindest kann die hier durchgeführte qualitative Untersuchung dazu keine Daten liefern.

Doch auch wenn die Bildvergleiche keine Auskünfte über die Ursache des Gletscherrückganges liefern können, so bieten die qualitativ klar belegbaren Veränderungen die Möglichkeit, diese Ergebnisse in einen größeren Kontext zu stellen. Die nur gering ausfallenden Veränderungen in dieser trockenen Fjordregion passen grundsätzlich gut zu den Ergebnissen anderer Studien, die in dieser Arbeit genannt wurden. So zeigt bereits FRISTRUP (1952) die regional stark differenzierte Eisdynamik mit geringeren Veränderungen in Nordostgrönland auf, und auch aktuelle Studien bestätigen geringere Veränderungen in dieser Region (RIGNOT et al. 2006, STEARNS et al. 2007). Die Temperaturentwicklung zeigt in dieser Region nur einen leichten Anstieg (BOX 2004). Zudem zeichnen sich die Jahre der historischen Aufnahmen durch hohe Temperaturen aus – „the 1930s and 1940s represent a warm period“ (BOX 2004: 1) – so dass für die Gletscher zu dem Zeitpunkt der früheren Aufnahme bereits eine geringe Ausdehnung angenommen werden kann. BOYD beobachtete in den 1930-ern, dass „nearly everywhere the glaciers showed signs of having receded“ (1935: 29). Die aus den Messungen der Jahresmitteltemperatur von 1873-2003 in Danmarkshavn und Tasiilaq (siehe Abb. 17, S. 40) ablesbare zwischenzeitliche Abkühlung kann durchaus eine größere Gletscher- ausdehnung in der Zwischenzeit verursacht haben – dann wäre der jetzt erkennbare Gletscherrückgang das Ergebnis einer erst vor kurzem einsetzenden Entwicklung. Über die zwischenzeitliche Gletscherdynamik können die Einzelaufnahmen leider keine Auskunft geben. Doch wäre damit zu erklären, warum die grundsätzlich schneller reagierenden kleinen Gletscher in der Untersuchungsregion die stärksten Rückzugsraten aufweisen, während größere und trägere Gletscher bisher kaum reagierten.

Zwar kann die zwischenzeitliche Entwicklung mit den Bildvergleichen nicht belegt werden, doch der sichtbare Gletscherrückgang kann als Anzeichen einer solchen Entwicklung verstanden werden. So zeigen die Bildvergleiche bei aller kleinräumiger Differenzierung und Abhängigkeit von lokalen Faktoren die in einer großräumigen Zuordnung getroffenen Tendenzen an. Sie können damit die allgemeinen Aussagen über Entwicklungen konkretisieren und zudem die Auswirkungen direkt erkennbar machen. Eine Einordnung der Bildvergleiche nicht nur in Bezug zu regionalen Tendenzen sondern auch zu globalen Prozessen wird im Fazit vorgenommen.

7 Beschreibung der Eissituation während fünf Expeditionen nach Nordostgrönland

Auf vier historische Grönlandfahrten aus dem Zeitraum von 1906 bis 1933 und eine Expedition im Jahr 2006 wird hier besonders im Hinblick auf deren Beschreibungen des Eisvorkommens vor der Küste und in den Fjorden Nordostgrönlands eingegangen. Durch die Auswertung von Beobachtungen auf den Expeditionen sollen die Eisverhältnissen des Ostgrönland-Stromes als eine entscheidende Einflussgröße auf die im Kapitel 5.3 mittels Bildvergleichen untersuchten Gletscher anschaulich dargestellt werden. Wie in Kapitel 5 beschrieben, übt der Ostgrönland-Strom einen entscheidenden Einfluss auf das Klima des Fjordsystems aus.

Die in den historischen Berichten wiedergegebenen Eisverhältnisse werden mit den Beobachtungen und der nördlichsten Schiffsposition einer aktuellen Expedition, die mit einem den historischen Vorgängern ähnlichen Schiff unterwegs war, verglichen.

Zur besseren Interpretation der erreichten Positionen von zwei markanten Umkehrpunkten wird das dabei eingegangene Risiko genauer betrachtet. Vom Verfasser wird die mit der Zielsetzung verbundene Risikobereitschaft als ein wichtiger Faktor für die jeweilige Durchführung der Eisfahrten und damit erreichbaren Positionen angesehen, wie anhand eines Beispiels aufgezeigt werden soll.

Es handelt sich im Folgenden um die Wiedergabe punktueller Auskünfte über die Eisdynamik, die qualitativ betrachtet werden. Es wird nicht der Anspruch erhoben, aus diesen Beobachtungen und den Vergleichen generelle Aussagen über quantitative Veränderungen der Eissituation treffen zu können.

7.1 Beobachtungen der Eissituation auf historischen Expeditionen

Frühe historische Berichte der Danmark-Expedition (1906-08) stammen vom Expeditionsmaler ACHTON FRIIS (1871-1939) und von dem Polarforscher und Entdecker der Kontinentaldrift ALFRED WEGENER (1880-1930). Von dessen späteren Expedition von 1929-31 werden Aufzeichnungen des Meteorologen WALTER KOPP (1901-1990) ausgewertet. Die Eisberichte der ebenfalls in den 1930ern durchgeführten Expedition von LAUGE KOCH (1892-1964) werden dem Tagebuch des Geologen HANS FREBOLD (1899-1983) entnommen. Aus dem Bericht der zeitgleichen Expeditionen von LOUISE A. BOYD (1887-1972) stammen neben den Eisbeobachtungen auch die historischen Aufnahmen des in der vorliegenden Arbeit vorgenommenen Bildvergleiches.

Die Beschreibungen werden zunächst rein deskriptiv zusammengefasst und oftmals durch die entsprechenden Auszüge aus den Expeditionsberichten wiedergegeben und sollen erst mit einem Vergleich der Eisbeobachtungen im Zwischenfazit analysiert und ausgewertet werden.

7.1.1 Eisbeobachtungen auf Expeditionen mit ALFRED WEGENER (1906-8 u. 1930-31) Fahrten durch den Ostgrönland-Strom während der Danmark-Expedition (1906-08)

Auf der dänischen Expedition unter der Leitung von MYLIUS-ERICHSEN (1872-1907) waren natürlich wesentlich geringere Kenntnisse über die Eisverhältnisse des Ostgrönlandstromes vorhanden als auf späteren Expeditionen, die heutzutage sogar fortlaufend aktualisierte Eiskarten vom Danish Meteorological Institute beziehen können. Doch besonders die Veränderlichkeit des Eisvorkommens vor Ostgrönland war den Aufzeichnungen von A. WEGENER nach recht gut bekannt und so konnte das entsprechende Jahr in einen größeren Zusammenhang gestellt werden. Während der Fahrt durch die Eismassen Richtung Norden seien sich alle, die mit den örtlichen Verhältnisse vertraut waren, darüber einig gewesen, dass „das Eis in jenem Jahr ungewöhnlich dicht war“ (WUTZKE 1997: 31f). Die Fahrt konnte bis weit in den Norden fortgesetzt werden und der Umkehrpunkt wurde festgehalten: „am Morgen des 15. August [1906] traf man in Höhe der Ile de France (etwa 77 ½ Grad n. Br.) auf einen festen Eisrand, der jedem weiteren Vordringen eine Barriere setzte und zum Umkehren zwang“ (ebd.). Bei der Fahrt durch das Packeis, durch das es galt „sich durchzubeißen“ (FRIIS 1910: 37), musste ein gehöriges Risiko eingegangen werden. Eine dramatische Beschreibung des Expeditionsmalers ACHTON FRIIS gibt die großen Schwierigkeiten in dem dichten Eisfeld am Umkehrpunkt (siehe Abb.41, S. 87) eindrücklich wieder:

„Der Wind war inzwischen bedeutend aufgefrischt. [...] Gleichzeitig traf die Flut mit einer starken Strömung in derselben Richtung ein. [...] Ehe wir noch losgeworfen, hatten Wind und Strömung so zugenommen, daß wir ein Mal über das andere vergeblich versuchten, Vorder- und Achtersteven von der Eiskante wegzubringen. Da saßen wir!“ [Nach vielen erfolglosen Versuchen führt der Maschinist ein riskantes Manöver aus]: „Sobald wir rückwärts soweit auf den Eisfuß hingeglitten waren, daß die Schraube dagegen stieß, ließ er die Maschine mit voller Kraft vorwärts gehen. Wir hörten mit Entsetzen, wie der eine Schraubenflügel sich tief ins Eis bohrte. Der ungeheure Widerstand bewirkte, daß das Schiff bebte und sich hob – aber im nächsten Augenblick sägte der Schraubenflügel sich durch und der andere faßte an – und der Achtersteven glitt ein klein wenig nach außen. [...] Die Schraube wirkte wie ein Rad ohne Felge, auf dem der Achtersteven seitwärts über den Eisfuß hin fuhr. [...] Daß wir aus der Klemme herauskamen, haben wir aber außer [dem Maschinisten] WEINSCHENK doch auch unserem elenden Klapperkasten von Maschine zu danken“ (FRIIS 1910: 66).

Sogar wenn die Schilderung etwas dramatisiert sein sollte, so lässt sich der Ansicht des Verfassers nach jedoch an dieser Schilderung klar erkennen, dass ein derartiges Manöver Ausdruck einer an Verzweiflung grenzenden Risikobereitschaft war. Denn diese enorme Beanspruchung der Schiffsschraube bot sicherlich nur eine einzige Chance, ein Scheitern hätte wahrscheinlich zu erheblichen Problemen geführt.

Aus dem folgenden Zitat kann ein kleiner Eindruck über die während der historischen Expeditionen herrschenden Bedingungen gewonnen werden. Die Aussagen zur Eissituation liefern zwar keine konkreten Angaben über die Eissituation – doch gibt dieser Auszug einen Einblick in die während der Polarnacht während der Überwinterung 1906-07 in Danmarkshavn in Nordostgrönland entstandenen Naturbetrachtungen ALFRED WEGENERS:

„Heute habe ich bei totenstillen Luft – jetzt weht es schon wieder – lange Zeit draußen gestanden und die Stille der Polarnacht genossen. Wie sie kalt und schweigend daliegen, diese harten, von gewaltigen Naturkräften einst polierten Felsenhügel! Nichts regt sich, selbst das Meer liegt in eisiger Starre, überglitzert von Mondschein, der mit Mühe durch einen Schleier von Eiskristallen dringt. So starrt die ganze Ostküste von Grönland in ihrer endlosen Erstreckung. Nur in dem schwarzen Fleck dort unten, der 'Danmark' an deren Anblick mit den hohen, etwas nach Steuerbord überhängenden Masten ich mich so gewöhnt habe, herrscht Leben und Treiben, sonst Stille, nichts als Stille – Totenstille. Nur eine Naturkraft ist hier wirksam, sie arbeitet still, unaufhörlich, die Kälte. Ihr Ziel ist die Versteinerung der gesamten Natur. Langsam, aber unaufhaltsam wachsen die Eiskristalle, und der rinnende Tropfen erstarrt. Selbst die Luft wird träger und träger. In diesem Augenblick scheint es, als ob das Werk gelungen wäre. Ein lebendes Tier in diesem Bilde käme mir wie etwas Udenkbares, Ungeheuerliches vor. Das Eis beginnt zu stöhnen und zu ächzen. Die Flut kommt. Noch dringt der Puls des Meeres hindurch durch diesen Eispanzer. Aber wird es der Kälte nicht gelingen, auch diesen Lebensquell zu erstarren? Nun konstatiere ich auch, daß mir in meiner leichten Kleidung beinahe die Ohren erfroren sind und die Poesie muß wieder der Realität weichen. Ich nehme mir aber vor, mir diesen Genuß von nun an öfter zu verschaffen. Dazu muß ich freilich allein sein, ganz allein“ (WEGENER 1906. Zit. in: ROHRBACH 1993: 64f).

Aufzeichnungen über die Eissituation während der Expedition von 1930-31

Auf der Expedition der Jahre 1930 bis 1931 unter Leitung von A. WEGENER sind zahlreiche Beobachtungen der beteiligten Forscher zu finden. Sie geben einen guten Eindruck über die damals herrschende Eissituation an der Küste und in den Fjorden Nordostgrönlands wieder.

Die Forschungsziele und persönlichen Kenntnisse im Umgang mit der arktischen Natur gibt der Meteorologe W. KOPP so wieder:

„Es galt, die klimatologischen Verhältnisse am Ostrand des Inlandeises in Meereshöhe ein Jahr lang zu beobachten und durch Instrumente aufzeichnen zu lassen, sowie die Eigenschaften des Luftmeeres über Grönland mit Hilfe von Drachen und Ballonen zu untersuchen. [...] Keiner von uns dreien hatte bisher arktische Erfahrungen, wir waren auf die Literatur, vor allen Dingen aber auch auf die Ratschläge A. WEGENERS angewiesen. In diesem Punkte aber beruhigte er uns und betonte, die Hauptsache für eine solche Fahrt sei viel Geduld, gesunder Menschenverstand und eine ordentliche Portion Glück“ (KOPP 1932: 247).

Seine Beschreibung der ersten Eindrücke bei der Annäherung an Grönland geben einen Einblick in die Praxis der Eisfahrt, die herrschenden Eisverhältnisse und die Unsicherheiten während einer solchen Expedition:

„Sind mitten im Packeisgürtel. Eis und Mitternachtssonne üben zum ersten Mal ihren Zauber auf uns aus. Jede Scholle auf dem Weg muß von dem Schiff entweder sachte beiseite geschoben oder zertrümmert werden. [...] Alles ist voller Erwartung, ob wir bald durchkommen werden, denn es kommt an der Ostküste Grönlands vor, daß die Schiffe monatelang im Eis festliegen“ (KOPP 1932: 249ff).

Ein Beispiel für die schnelle Veränderlichkeit der Eisbedingungen ist aus der Beschreibung herauszulesen, mit welcher eine geschlossene Eisdecke, die das Schiff tagelang festhielt, plötzlich durch veränderte Windverhältnisse aufbrechen kann:

„Es sieht nach Wind aus. Der Steuermann glaubt's nicht, aber wozu sind wir schließlich Meteorologen! Der Wind kommt, und dann geht alles sehr schnell. Die ganze Eisfläche treibt in einem Stück aus der Bucht“ (ebd.).

Der folgende Auszug aus seinem spannenden Bericht von der Überwinterung beschreibt die Fahrt entlang einer markanten Stelle, die auch in den anderen Berichten immer wieder genannt wird und daher eine gute Vergleichsmöglichkeit bietet:

„Am 14. August [1931] erreichen wir trotz Eis Kap Hope. [...] Zwischen Kap Hope und der nächsten Ansiedlung Kap Stewart liegt wieder eine sehr dichte Eisbarriere. Aber wir haben schon Übung und wissen, um diese Scholle fährt man besser herum, jene kann man ruhig anrempeln oder diese beiden mit Vollgas auseinanderdrücken“ (ebd.).

In diesen Beschreibungen zeigt sich zum einen, dass es sich um recht gut passierbare Eisverhältnisse an dieser Stelle handelte, die für dasselbe Jahr im Folgenden von BOYD gegensätzlich mit einem festen Eisfeld beschrieben wird, jedoch wiederum zwei Jahre später von ihr sogar weitestgehend eisfrei vorgefunden wird. Zudem zeigt die Beschreibung der Eisfahrt von KOPP auch die Abhängigkeit der Fahrtmöglichkeiten von der Kompetenz und Erfahrung der Expeditionsteilnehmer.

7.1.2 Beobachtungen während Eisfahrten der Expedition von LAUGE KOCH (1931-34)

Der Geologe HANS FREBOLD schildert die Fahrt durch den Ostgrönlandstrom und die dabei gebräuchliche Fahrtpraxis genauer – wobei auch die persönlichen Eindrücke des Schreibers hier nicht rausgekürzt werden sollen:

„7.7.1931: In der Ferne scheinen Berge im Dunst zu schaukeln. Kapitän in der Tonne. Nach kurzer Zeit fahren wir in eine Spalte ein. Die ca. 6m dicken, gewaltigen Schollen bumsen gegen das Schiff. Kommandos: halbe Kraft, Stop, langsam, hart Steuerbord, mittschiffs, backbord. Es ist herrlich wie sich das Schiff vorwärts arbeitet. Große Schollen werden angefahren und langsam zur Seite geschoben. Ab und zu dringt die Sonne ein wenig durch den Nebel. Geisterhafte „Landschafts“-Bilder. Filme und photographiere viel“ (THIEDIG 2003: 21f).

Dass diese Fahrten von den Fähigkeiten der Schiffsführung abhängig sind, erwähnt FREBOLD: „Der Kapitän macht einen sehr guten Eindruck, er ist sehr vorsichtig und verliert selbst in recht schwierigen Situationen nicht die Ruhe“ (ebd.).

Der folgende Eintrag wird durch die genaue Positionsangabe in Kapitel 7.3 aufgegriffen und in ein Satellitenbild eingetragen (Abb. 41):

„8.7.1931: Liegen morgens fest. Alles aufs Eis. [...] GODTHAAB im Eis gebührend photographiert. Eis in ständiger Bewegung. Unbeschreiblich schöne wechselvolle Bilder. [...] Pos. 73° 34' [N], 16° 12' [W]“ (ebd.).

Oft werden die sehr unterschiedlichen Fahrtmöglichkeiten durch die wechselnden Eisverhältnisse erwähnt. Ein Beispiel:

„10.7.1931: Nachmittags erst schwere, dann sehr flotte Fahrt durch dünnes Eis. Kommen nun ein gutes Stück vorwärts. Abends aber wieder fest“ (ebd.).

Die starke Abhängigkeit von den herrschenden Windverhältnissen war gut bekannt und wird immer wieder als die Ursache für zusammen geschobene Eisfelder genannt. Doch ebenfalls wird die Rückwirkung des Eisfeldes auf die Witterung in Nordostgrönland angenommen:

„Es zeigt sich nun ganz deutlich, dass wir ein schlechtes Eisjahr haben. KOCH ist der Ansicht, daß das dauernd herrliche Wetter gewissermaßen durch die Ausdehnung des Kontinentalklimas nach Osten infolge der Geschlossenheit der Eismasse bedingt ist“ (ebd.)

Der Kontakt zu anderen Schiffen und somit prinzipiell auch weiterführende Berichte über die Eislage zu bekommen war möglich. So notiert FREBOLD: „[Der norwegische Expeditionsleiter] HOEL sitzt nun ebenfalls fest und zwar an der Eiskante auf 75° n. Br.“

Auch kam es zu einem Kontakt mit dem Schiff von LOUISE A. BOYD:

„VESLEKARI mit der amerikanischen Millionärin hat Hold with Hope am 18.7. erreicht. Über die Eisverhältnisse wollte sie uns, wie KOCH mir sagte, nichts mitteilen“ (ebd.).

7.1.3 Die Eissituation der Expeditionen von LOUISE A. BOYD (1931 u. 33)

Das Expeditionsschiff VESLEKARI trifft während der Expedition von LOUISE A. BOYD am 12. Juli 1933 rund 200 Kilometer nordwestlich von Jan Mayen auf der Position 72° 34' N und 13° 26' W erstmalig auf Packeis. Das Eisfeld kann schnell durchquert werden und im weiteren Verlauf der Fahrt treffen sie nur auf wenig Eis: „the sea was exceedingly open“ (BOYD 1935: 10f).

Diese Erfahrungen stehen im Gegensatz zu denen der zwei Jahre zuvor zum gleichen Datum unternommenen Durchquerung des Ostgrönland-Stromes. Damals war die Passage nur möglich gewesen, da das Schiff mit vollem Arbeitseinsatz und allen verfügbaren Mittel vorangebracht wurde: „Then the ice at times rose eight feet above our stern railing, we were beset more than once, and only by the tireless efforts of the captain and crew in warping the vessel and opening lanes and pockets with dynamite were we able to get through after four wearing days“ (ebd.).

Auch an der Nordostküste Grönlands herrschten andere Eisverhältnisse als zwei Jahre zuvor. Die Küste ist mehrere Meilen eisfrei in einem Bereich, in dem zwei Jahre zuvor noch mächtige Eisfelder bis fast an die Küste von Hold with Hope [73°30'N, 20°30'W] heranreichten.

Die für dieses Fahrtgebiet günstigen Eisverhältnisse halfen mit, dass viele der Expeditionsziele erreicht wurden. LOUISE A. BOYD, die wie in diesem Fall die meistens ihrer Polarexpeditionen selber ausrüstete und leitete, benennt ihre eigenen Aufgabe folgendermaßen.: „As I am especially interested in photography I aimed on this and later voyages to combine photographic work with study of sea and land ice as well as of the topography and natural history of Arctic lands“ (BOYD 1935: 1).

7.2 Auswirkungen der Eissituation auf die Expedition von ARVED FUCHS (2006)

Beobachtungen zu den arktischen Eisverhältnissen während der Expeditionen

Beobachtungen zum Klimawandel werden auf den Expeditionen neben Kooperationen mit Forschungsinstituten auch durch die über Schiffspassagen und erreichten Positionen geschaffenen seefahrerischen Daten gemacht.

So gelang es 2002 im vierten Anlauf, die Nordostpassage zu durchfahren. ARVED FUCHS betont hierbei ausdrücklich, dass dies „nur deshalb gelingen [konnte], weil wir ungewöhnlich günstige Eisverhältnisse entlang der sibirischen Küste angetroffen hatten [... und] sich eine Tendenz abzeichnet, dass die Klimaveränderung in der Arktis mit alarmierender Geschwindigkeit voranschreitet.“ Diese Beobachtung ist für FUCHS eine „subjektive Bewertung, die einer wissenschaftlichen Betrachtung nicht standzuhalten vermag“ (2005: 14), doch liefern die jahrelang in den hohen Breiten gesammelten Erfahrungen gute Vergleichsmöglichkeiten.

Die Expeditionen haben andere Beweggründe als beispielsweise die Fahrten großer Forschungsinstitute und so gilt grundsätzlich: „Wenn wir uns eines Segelschiffes bedienen oder mit Ski zum Nord- oder Südpol laufen, dann ganz sicher nicht, um in die Konkurrenz zu der modernen Polarforschung zu treten“ (ebd.).

Die Expeditionen werden auch durch die Suche nach einer Antwort angetrieben, ob die in der Nordostpassage erkennbare Veränderung „eine lokale, sibirische Erscheinung ist bzw. inwieweit auch andere Regionen betroffen sind.“ Eine der zentralen Fragen während der Durchquerung der schwierigen Nordwestpassage zum zweiten Mal (2004) lautete: „Lässt sich die Klimaveränderung bereits mit bloßen Augen ablesen?“ (FUCHS 2005: 15).

Eisfahrten auf der Expedition nach Nordostgrönland (2006)

Neben den Fragen zum Klimawandel ist auch das Erlebnis dieser außergewöhnlichen Region ein Grund für die Expedition. Denn diese Küste Grönlands „mit ihren tief eingeschnittenen Fjorden, den schroffen Bergen und gewaltigen Eisbergen zählt für mich zu den spektakulärsten Landschaften der nördlichen Hemisphäre“ (FUCHS 2007: 7).



Abb.38: Das Expeditionsschiff im Eisfjord

Foto: BERG 2006

Der größte Gewinn und die wichtigsten „Daten“ auch dieser Expedition sind wieder: „Erinnerungsbilder die sich im Kopf einprägen, sind das eigentliche Kapital, das man von einer derartigen Reise zurückbringt“ (ebd.).

Vorteilhaft für die Fahrten in Küstennähe ist, dass mit dem kleinen Expeditionsschiff DAGMAR AAEN – ein mit zusätzlichen Verstärkungen des Schiffsrumpfes für die Eisfahrt umgerüsteter Fischkutter von 1931 aus Eiche – auch jene flachen Gewässer befahrbar sind, in die moderne, wesentlich größere Expeditionsschiffe aufgrund ihres Tiefganges nicht kommen können (FUCHS 2005). Für die hier wiedergegebene Untersuchung ermöglichten die ähnlichen Bedingungen wie auf den historischen Expeditionsschiffen während der Fahrten zum Beobachten und Fotografieren eine nahezu identische Perspektive (BERG 2007). Auch ist die Abhängigkeit von der Eissituation sehr ähnlich und erlaubt daher einen direkteren Vergleich der Fahrten und Schiffpositionen in den von den Eisbedingungen bestimmten Gebieten mit den Beschreibungen der historischen Expeditionen.

Diese ähnliche Abhängigkeit von der Eissituation wirkt sich andererseits nachteilig auf die Erreichbarkeit einiger Ziele aus, da beispielsweise die Packeisfelder ein Weiterkommen unmöglich machen, die für moderne Expeditionsschiffe ohne Probleme durchfahren werden können und die Eisbedingungen sind maßgeblich entscheidend für die Routenplanung. Ebenso beträgt die Fahrtgeschwindigkeit nur einen Bruchteil jener der modernen Forschungsschiffe.

Während der Expedition musste viel Zeit für das Weiterkommen unter den schwierigen Bedingungen verwendet werden. Doch gerade dieses genaue Beobachten und Steuern durch teilweise dichte Eisfelder war eine zum unmittelbaren Begreifen der dynamischen Kräfte in dieser Region ungeheuer lehrreiche und spannende Erfahrung. Zudem erforderte die Unmittelbarkeit ein intensives Auseinandersetzen mit den Naturprozessen vor Ort.

Ebenso bietet der zwar nur recht kurze Aufenthalt von rund sechs Wochen in den Gewässern und den hoch aufragenden Fjorden Nordostgrönlands eine zumindest für historisch-geographische Fragestellungen notwendigen Annäherung an die Situationen früherer Expeditionen und gibt unmittelbare Einblicke in einen beeindruckenden Landschaftsraum mit gigantischen Proportionen.

Der Expeditionsmaler RAINER ULLRICH fasste seine Erfahrungen mit den Worten zusammen:

„Diese Expedition in die ostgrönländische Einsamkeit war für mich eine erneute Herausforderung. In dieser faszinierenden Natur entstanden im Augenblick des Erlebens die schönsten Eindrücke in Wort und Bild. [...] Ich wünsche der polaren Region, daß sie der Klimaerwärmung standhält. Wir alle wissen, daß die Überflußgesellschaft viel dafür tun muß. Die Crew der DAGMAR AAEN ist sich dessen noch ein Stück bewußter geworden“ (ULLRICH 2007: 128).

Zu den Fahrten im Ostgrönland-Strom gehörte es, durch Messungen mittels Radarabstand- und Sextantenmessung einen Eindruck der Größe der Eisberge zu bekommen.



Abb. 39: Tafelberg des Ostgrönland-Stromes. Mit einer Höhe von 32m und Kantenlängen von 212m und 186m besteht der sichtbare Teil (ca. ein Achtel der gesamten Masse) aus rund 10 Mio. Tonnen Eis Foto: BERG 2006

Im Packeisfeld galt im Besonderen: „Es ist ein Grundsatz, den ARVED FUCHS immer in die Planung mit einbezieht: „Den Weg zurück im Auge behalten“ (ULLRICH 2007: 78). So wurde mit der Position $74^{\circ} 22' N$, $18^{\circ} 45' W$ der nördliche Umkehrpunkt erreicht, da die Situation folgendermaßen aussah: „Die von Nordosten kommenden Packeisfelder und Eisberge sagen nichts Gutes voraus. Hier jetzt mit Gewalt durchzufahren, um dann auf unbestimmte Zeit eingeschlossen zu werden, ja sogar eine Überwinterung in Kauf zu nehmen, das wäre Risiko pur“ (ebd.).

Besonders diesen Grundsatz gilt es bei dem nachfolgenden Vergleich der auf verschiedenen Expeditionen erreichten Positionen zu beachten.



Abb.40: Packeisfeld im Ostgrönland-Strom am Umkehrpunkt auf $74^{\circ}22'N$, $18^{\circ}45'W$. Foto: BERG 2006

Grundsätze im Kontext von Mensch-Umwelt-Beziehungen

Die Bedeutung von Zielsetzungen und die damit verbundene Risikobereitschaft der Expeditionen auf die während der Eisfahrten erreichten Positionen wurden am Anfang dieses Kapitels betont und werden im Zwischenfazit nochmals genauer betrachtet. Hier sollen Äußerungen über die hinter den Expeditionen stehende Sichtweise auf die Natur diesen Themenkomplex erweitern und damit auf einen weiteren in der geographischen Forschung wichtigen Aspekt hinweisen.

In der Umweltforschung wird bezüglich der Mensch-Umwelt-Beziehungen gefordert: „Um so mehr drängt sich auch in dem Kontext [des globalen Umweltwandels] das Postulat einer »physiozentrischen Weltsicht« auf, die den »Menschen im natürlichen Mitsein« als Teil der Natur versteht“ (EHLERS 1998a: 341). Dies bedeute für die Forschungspraxis der nächsten Jahre, dass „wir die zu schützende Natur oder die in ihrer Nachhaltigkeit zu bewahrende Umwelt nicht – um noch einmal HONNEFELDER (1995: 149) zu zitieren – »als eine vorgegebene, einfach ablesbare und objektivierbare Größe verstehen dürfen, sondern als Resultat einer Interpretation, in die objektive naturwissenschaftliche Erkenntnis und subjektive lebensweltliche Erfahrung eingehen... «“ (ebd.).

Die Beziehung von Mensch und Natur spielt bezüglich des Klimawandels eine wichtige Rolle. So sieht ein Bericht zur Klimakonferenz in Bali (2007) die Angst vor einschränkenden Maßnahmen im Zusammenhang mit der Sichtweise auf die Natur. Besonders die Ansicht des Autors wird im Folgenden nochmals aufgegriffen: „Weil wir uns vor einem »Klima-Totalitarismus« fürchten, deswegen wünschen wir uns ganz kräftig, dass uns die Erde keine Grenzen setzt. Aber die Natur ist weder allmächtig noch liberal, sondern vollkommen gleichgültig uns Menschen gegenüber“ (ULRICH 2007, DIE ZEIT).

Für ARVED FUCHS sind es zentrale Expeditionserfahrungen, dass „nicht der Mensch die Spielregeln vorgibt, sondern die Natur. [...] Sie ist eine herbe Schönheit und ein gnadenloser Lehrmeister. [...] Es ist [der Arktis und Antarktis] schlichtweg gleichgültig, was mit den Menschen in ihnen passiert“. Er schreibt mit den Erfahrungen der Fußmärsche zum Süd- und Nordpol, dass ein grundlegender Unterschied zwischen dem rein konsumierenden Betrachten der polaren Landschaften „durch die schützende Scheibe einer vollklimatisierten Kabine“ oder dem Durchwandern bei bis zu minus 40° C besteht. Bei den direkten Erfahrungen der herrschenden Naturkräfte „stellt man sich der Landschaft in voller Konsequenz“. Es gehe ihm um die Suche nach einem „unverfälschten Naturerlebnis“ und ein „Eintauchen in eine andere Welt mit eigenen Spielregeln“ (alle: FUCHS 1997: 17). Die dabei auftretenden Gefahren und Entbehrungen durch Kälte, Sturm und lange Nächte werden nicht gesucht, aber für die intensive Naturerfahrung akzeptiert (BERG 1998, taz).

7.3 Zwischenfazit: Vergleich der Eissituation aus den Expeditionsberichten

Der Ostgrönland-Strom stellte besonders für die historischen Expeditionen eine bedrohliche Barriere aus Packeis dar (BOYD 1935). Die Variabilität im Auftreten und eine deutliche Abhängigkeit dieser Eisfelder zumindest von den herrschenden Windbedingungen werden an mehreren wiedergegebenen Stellen aufgezeigt (KOPP 1932, BOYD 1935, THIEDIG 2003). Ebenfalls bemerkenswert sind die Beobachtungen von KOCH über die wahrscheinliche Rückwirkung der geschlossenen Eisdecke auf die Witterungsverhältnisse in Nordostgrönland. Der Ostgrönland-Strom beeinflusst diese Region demnach nicht nur durch die Auswirkungen auf die Wassertemperatur sondern auch über Veränderungen der atmosphärischen Bedingungen mit komplexen Rückwirkungen.

Für den Zeitraum vor der Errichtung einer ständigen Wetterstation in Danmarkshavn 1949 liegen für Nordostgrönland nur einzelne Wetterbeobachtungen vor, es fehlt demnach eine weit zurückreichende kontinuierliche Messreihe. Doch bietet die Auswertung historischer Quellen an dieser Stelle eine gute Möglichkeit um zumindest „schlaglichtartige Informationen“ (DIX & SCHENK 2007: 818) durch den Blick in die historischen Berichte über die Verhältnisse zu Zeiten der historischen Expeditionen bekommen zu können.

Die Beobachtung geben wieder, dass sich schon in kurzer Zeit und innerhalb eines kleinen Raumes die Eisbedingungen komplett verändern können. BOYD zeigt mit einem Vergleich des Eisaufkommens im Ostgrönland-Strom auf zwei Expeditionen eine weiträumig geänderte Situation innerhalb von zwei Jahren auf.

Diese Veränderlichkeit als ein wesentliches Merkmal ist zu berücksichtigen beim Vergleich der Fahrtbedingungen verschiedener Expeditionen, wie sie den auf ihnen entstandenen historischen Dokumenten wie Logbüchern, Aufzeichnungen, Notizen, Expeditionsberichten, etc. entnommen werden können.

Doch der Verfasser sieht zudem noch die Zielsetzungen der Expeditionen und damit verbundene Risikobereitschaft als einen entscheidenden Faktor an. Denn davon abhängig sind die Möglichkeit, schwierige Eisbedingungen zu Umfahren oder auch tagelang von ihnen eingeschlossen zu bleiben und auf eine Verbesserung der Eisverhältnisse beispielsweise durch Wetteränderungen zu warten.

Daher wurde die Situation an Bord der Schiffe DANMARK im Jahre 1906 und der DAGMAR AAEN im Jahr 2006 zum Zeitpunkt ihrer nördlichen Umkehrpunkte ausführlicher wiedergegeben. Die Schiffspositionen sind auf dem folgenden Satellitenbild eingetragen. Das Bild zeigt die Eisverhältnisse des Ostgrönland-Stromes im Juni 2006. Schon der Eindruck der stark verwirbelten Packeisfelder verdeutlicht die hohe Variabilität der Eisdichte innerhalb kleiner Entfernungen.

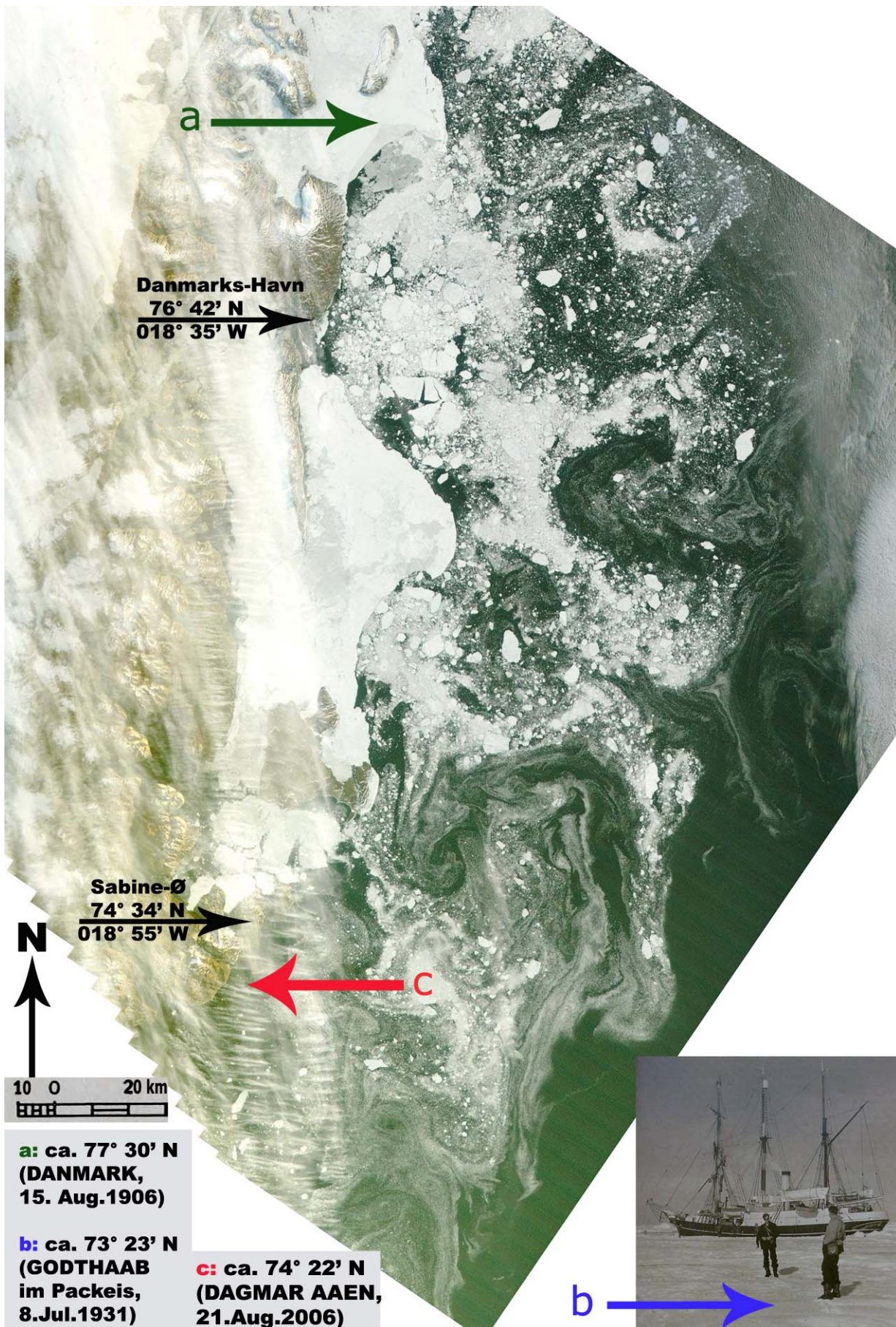


Abb.41: Satellitenbild vom Juli 2006 mit markanten Schiffsorten nach Expeditionsberichten
(Quelle: NASA, Foto: THIEDIG 2003: 17, eigene Bearbeitung)

Es zeigte sich bei der Beschreibung der Situation am Umkehrpunkt im Jahr 1906, dass mit dem Forschungsschiff DANMARK (a) das Risiko, vom Eis eingeschlossen zu werden, durchaus eingegangen wurde. Dies galt auch schon oftmals auf Expeditionen mit dem Expeditionssegler DAGMAAR AAEN (c), jedoch wurde auf der Expedition im Jahre 2006 das Risiko eines Eiseinschlusses möglichst gering gehalten. Die Situation wurde genauer im Zusammenhang mit den Beobachtungen der Eissituation dargestellt. Auch spielt natürlich die Fahrtroute entlang der Küste einen entscheidenden Einfluss auf die Erreichbarkeit bestimmter Ziele.

Aus dem Satellitenbild extrapolierend ist die Position mit dem dazugehörigen Foto eingetragen, auf der das Expeditionsschiff GODTHAAB 1931 für einige Stunden im Eis eingeschlossen war (b).

Die in den Expeditionsberichten erwähnten Positionen lagen südlicher als der untere Bildabschluss und wurden daher nicht eingetragen. Die mehrfach erwähnte Halbinsel Hold with Hope liegt knapp unterhalb des Bildrandes des Küstenabschnittes.

Die mit dieser Auswertung der historischen Expeditionsberichte unternommene Betrachtung der Eissituation des Ostgrönland-Stromes zeigt die starke Veränderlichkeit der Eissituation auf und damit, dass ein einfacher Vergleich der möglichen Fahrtrouten nicht vorgenommen werden kann. Zudem zeigt der Ostgrönlandstrom ein sehr komplexes Reaktionsverhalten auf die globale Erwärmung und ist mit anderen Naturprozessen über Wechselwirkungen eng verknüpft, wie in der Vorstellung der Einflussfaktoren auf den Untersuchungsraum dargestellt wurde.

8 Fazit: Bildvergleiche im Kontext des globalen Klimawandels

Ein weltweiter Gletscherrückgang lässt sich in vielen Regionen nachweisen (z.B. RAHMSTORF 2007, ZÄNGL & HAMBERGER 2004) und global treten neben dem Anstieg der Temperatur an vielen Stellen deutliche Anzeichen einer Erwärmung auf. Doch bei kleinräumiger Betrachtung zeigen sich auf lokaler Ebene stark abweichende Auswirkungen, die ebenso differenziert untersucht und in den globalen Zusammenhang gebracht werden müssen. Hierfür sind zahlreiche Untersuchungsmethoden anwendbar, zu denen auch die Methode des Bildvergleiches gehört.

Ein großer Vorteil von Wiederholungsaufnahmen für Untersuchungen zum globalen Klimawandel ist die Möglichkeit, die generell für die Nutzung historischer Dokumente gilt: es können Entwicklungen eines größeren Zeitraumes betrachtet werden (DIX & SCHENK 2007). Zudem ermöglicht diese Methode in vielen Fällen eine Untersuchung und Veranschaulichung der Landschaftsdynamik durch relativ einfache Hilfsmittel und die Ergebnisse sind auch ohne komplizierte theoretische Kenntnisse oder genaueres Vorwissen verständlich. Daher können Bildvergleiche Ergebnisse von Untersuchungen gut außerhalb wissenschaftlicher Fachgrenzen präsentieren und dadurch zu der besonders im Zusammenhang mit dem globalen Klimawandel geforderten Interdisziplinarität beitragen. Zudem können sie die Auswirkungen der Erderwärmung und wissenschaftlichen Sachverhalten in den Medien gut veranschaulichen.

Die weiter ausgeführten Unterschiede der Perspektiven in Wissenschaft und den Medien sind dabei von großer Bedeutung und müssen bei einer kritischen Betrachtung der Darstellungen als grundlegend verschiedene Anforderungen beachtet werden. So können die Möglichkeiten der recht einfachen Anwendung nicht nur in der ausführlicher dargestellten Nutzung des Filmes als Medium sondern auch in der Anwendung von Bildvergleichen zu verzerrenden Darstellungen führen. Denn vor allem aufgrund großer lokaler Unterschiede können die mittels Bildvergleichen gewonnenen Ergebnisse keineswegs einfach auf globale Entwicklungen übertragen werden. Die Unterschiede der Gletscherveränderungen in Grönland auf regionaler und – am Beispiel der erstellten Bildvergleiche ersichtlich – auch noch kleinräumiger auf lokaler Ebene wurden aufgezeigt. Unter Zuhilfenahme von weiteren Daten aus anderen Untersuchungen lassen sich die Ergebnisse in einen globalen Kontext einordnen und es können zumindest Hinweise auf globale Entwicklungen gegeben werden.

Zusammenfassend lassen sich die zentralen Fragen dieser Arbeit eindeutig damit beantworten, dass mit Hilfe der Methode von Bildvergleichen ein Rückgang der Gletscher in Nordostgrönland belegt werden kann. Gestützt auf weitere Daten, zu denen Informationen aus topographischen Karten, Auswertungen von historischen Dokumenten und Messergebnisse anderer Untersuchungen über die Temperatur- und Gletscherentwicklung gehören, können weiträumigere Aussagen mittels Bildvergleichen getroffen werden, die bis hin zur globalen Ebene gehen. Dabei sind die lokalen Einfluss-

faktoren stark zu berücksichtigen, da sie gelegentlich stärker sind als globale Entwicklungen. Für Nordostgrönland ist der Ostgrönland-Strom mit einem sehr komplexen Reaktionsverhalten auf globale Änderungen eine der maßgeblich bestimmenden Größen (FRISTRUP 1952, WAGNER/AWI 2000, BENNIKE 2004).

In dieser Untersuchung können nach der Auffassung des Verfassers mittels Bildvergleichen zwar keine quantifizierbaren Ergebnisse und Rückschlüsse auf den globalen Klimawandel gewonnen werden. Jedoch gibt es qualitative Anzeichen für Auswirkungen der Erderwärmung auch auf diese Region.

Die Interpretationen der Bildvergleiche in dieser Arbeit bringen den Verfasser dazu, die Bildvergleiche als Teil der Frühwarnungen vor den Folgen der Erderwärmung zu sehen. Sie verdeutlichen mit dem belegten Gletscherrückgang, welche Auswirkungen der vom Menschen beeinflusste globale Klimawandel haben kann.

9 Quellenverzeichnis

9.1 Monographien und Aufsätze

- ALEAN, J. u. M. HAMBREY (1994): *Glaciers*. (Cambridge University Press) Cambridge.
- ANDREWS, J. (2006): *Glaciers, oceans, atmosphere and climate*. In: Knight, P. (Hrsg.): *Glacier Science and Environmental Change*. (Blackwell Publishing Company) Oxford. S. 98-113.
- BAKER, B. u. R. MOSELEY (2007): *Advancing Treeline and Retreating Glaciers: Implications for Conservation in Yunnan, P.R. China*. In: *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, Vol. 39, No. 2. S. 200-209.
- BENNIKE, O. (2004): *Holocene sea-ice variations in Greenland: onshore evidence*. In: *The Holocene* 14, 4. S. 607-613.
- BERG, M. (2007): *Wiedersehen nach 73 Jahren: Grönländische Gletscherzungen im Bildvergleich*. In: ULLRICH, R.: *Grönland! Expeditions-Tagebuch*. (RvR Verlag) Kehl am Rhein. S. 50-51.
- BLÜMEL, W.D. (1999): *Physische Geographie der Polargebiete*. (Teubner Studienbücher Geographie) Leipzig.
- BLÜMEL, W.D. (2004): *Steht "übermorgen" der Golfstrom still?* In: *Geographische Rundschau* Jg. 56, H. 7/8 S. 64-65.
- BLÜMEL, W.D. (2007): *Regionale und zonale Beispiele für Formungsgemeinschaften in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen*. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): *Geographie*. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 338-342.
- BOYD, L. A. (1935): *The Fiord Regions of East Greenland*. American Geographical Society. (George Grady Press) New York.
- BRETZ, J. H. (1935): *Physiographic studies in East Greenland*. In: BOYD: *The Fiord Regions of East Greenland*. American Geographical Society. (George Grady Press) New York. S. 159-245.
- BRÜCKNER, H. u. D. KELLETAT (2007): *Marine Regime*. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): *Geographie*. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 478-480.
- CREMER, H., BENNIKE, O., HÅKANSSON, L., HULTZSCH, N., KLUG, M., KOBABE, S. u. B. WAGNER (2005): *Hydrology and Diatom Phytoplankton of High Arctic Lakes and Ponds on Store Koldewey, Northeast Greenland*. In: *Internat. Rev. Hydrobiol.*, Nr. 90. S. 84-99.

- CHRISTIANSEN, H. (2004): Meteorological Control on Interannual Spatial and Temporal Variations in Snow Cover and Ground Thawing in Two Northeast Greenlandic Circumpolar-Active-Layer-Monitoring (CALM)-Sites. In: *Permafrost and periglacial Processes*. S. 155-169.
- DIAMOND, J. (2005): Kollaps, Warum Gesellschaften überleben oder sterben. (S. Fischer) Frankfurt a. M.
- DIKAU, R. u. J. POHL (2007): „Hazards“: Naturgefahren und Naturrisiken. In: GEBHARDT, H. et al. (HRSG.): *Geographie*. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 1029-1076.
- DITTMANN, A. u. M. NÜSSER (2002): Siedlungsentwicklung im östlichen Hindukusch: Das Beispiel Chitral Town (North-West Frontier Province, Pakistan). In: *Erdkunde*, Heft 1. S. 60-72.
- DIX, A. u. W. SCHENK (2007): Historische Geographie. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): *Geographie*. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 816-826.
- DMI (2004): Technical Report 04-07. Yearly Mean Temperature for Selected Meteorological Stations in Denmark, the Faroe Islands and Greenland; 1873-2003. (Danmarks Meteorologiske Institut) Copenhagen.
- DWS INVESTMENT GmbH (2007): Höchste Zeit für eine Klima-Anlage! Werbebroschüre der größten deutschen Fondsgesellschaft, Frankfurt a. M.
- DYURGEROV, M. u. G. J. MC CABE (2006): Associations between Accelerated Glacier Mass Wastage and Increased Summer Temperature in Coastal Regions. In: *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, Vol. 38, No. 2. S. 190-197.
- EHLERS, E. (1998a): Geographie als Umweltwissenschaft. In: *Die Erde* 129. S. 333-349.
- EHLERS, E. (1998b): Global Change und Geographie. In: *Geographische Rundschau*, H. 50. S. 273-276.
- EHLERS, E. u. T. KRAFFT (Hrsg.) (2001): *Understanding the Earth System*. (Springer-Verlag) Berlin, Heidelberg, New York.
- EHLERS, E. u. H. LESER (2002): Geographie heute - für die Welt von morgen. Eine Einführung; Regionale Mensch-Umwelt-Probleme als Anwendung von Geographie. *Und: Ein Fazit*. In: EHLERS, E. u. H. LESER: *Geographie heute - für die Welt von morgen*. (Klett-Perthes) Gotha und Stuttgart. S. 9-18 u. S. 166-176.
- EHLERS, E. (2004): Geographie im Anthropozän. In: *Petermanns Geographische Mitteilungen*, Heft 6. S. 79-88.

- FLANNERY, T. (2005): Wir Wettermacher. Wie die Menschen das Klima verändern und was das für unser Leben auf der Erde bedeutet. (S. Fischer) Frankfurt a. M.
- FLOHN, H. (1941): Die Tätigkeit des Menschen als Klimafaktor. In: *Zeitschrift für Erdkunde*, Heft 1. S. 13-22.
- FRIIS, A. (1910): Im Grönlandeis mit Mylius-Erichsen. Die Danmark-Expedition von 1906-1908. (Verlag von Otto Spamer) Leipzig.
- FRISTRUP, B. (1952): Die Klimaänderungen in der Arktis und ihre Bedeutung besonders für Grönland. In: *Erdkunde* VI, Heft 4. S. 201-212.
- FUCHS, A. (1997): Abenteuer am Weltrand. In: WENZEL, J. (Hrsg.): Arktis - Antarktis. (Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland GmbH), Bonn. S.17.
- FUCHS, A. (2005): Nordwestpassage. (Delius Klasing Verlag) Bielefeld.
- FUCHS, A. (2007): Vorwort. In: ULLRICH, R.: Grönland! Expeditions-Tagebuch. (RvR Verlag) Kehl am Rhein. S. 7.
- GEBHARDT, H. (2007): Michael Crichton: „Welt in Angst“. In: GEBHARDT, H., GLASER, R., RADTKE, U. u. P. REUBER (Hrsg.): Geographie. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 983.
- GLASER, R. u. H. GEBHARDT (2007): Einführung: Syndromkomplexe und der Kampf um Ressourcen. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): Geographie. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 962-966.
- GLASER, R. u. U. RADTKE (2007): Allgemeine Physische Geographie. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): Geographie. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 186-187.
- GLÄBER, E., LINDEMANN, R. u. J.F. VENZKE (2006): Nordeuropa. (Wissenschaftliche Buchgesellschaft) Darmstadt.
- GORE, A. (2006): Eine unbequeme Wahrheit. Riemann Verlag, München.
- HAEBERLI, W., HOELZLE, M. u. M. MAISCH (2001): Glaciers as key indicators of global climate change. In: LOZAN, J. u. H. GRABL : Das Klima des 21. Jahrhunderts. Hamburg. S. 212-220.
- HAEBERLI, W. (2006a): Measuring and modelling the mass balance of glaciers for global change. In: Knight, P. (Hrsg.): Glacier Science and Environmental Change. (Blackwell Publishing Company) Oxford. S. 423-430.
- HAEBERLI, W. (2006b): Integrated perception of glacier changes: a challenge of historical dimensions. In: Knight, P. (Hrsg.): Glacier Science and Environmental Change. (Blackwell Publishing Company) Oxford. S. 423-430.

- HAEBERLI, W. u. M. MAISCH (2007): Klimawandel im Hochgebirge. In: ENDLICHER, W. u. F.-W. GERSTENGARBE (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. (DGfG, PIK und Humboldt-Universität zu Berlin) Potsdam. S. 98-107.
- HERGET, J. (2007): Feldmethoden. In: GEBHARDT, H. ET AL. (Hrsg.): Geographie. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 97-101.
- HUBBERTEN, H.-W. (1995): Die Expedition ARKTIS-X/2 mit FS "Polarstern", Berichte zur Polarforschung 174, Alfred Wegener Institut, Bremerhaven.
- IPCC (2007a): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- IPCC (2007b): Ergebnisse des Fourth Assessment Report (AR4) der Arbeitsgruppe 1: Wissenschaftliche Grundlagen. Alfred Wegener Institut
- JACOBET, J. (2007): Zusammenhänge und Wechselwirkungen im Klimasystem. In: ENDLICHER, W. u. F.-W. GERSTENGARBE (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. (DGfG, PIK, Humboldt-Universität Berlin) Potsdam. S. 1-16.
- KASER, G. (2006): Mountain glaciers. In: Knight, P. (Hrsg.): Glacier Science and Environmental Change. (Blackwell Publishing Company) Oxford. S. 268-271.
- KING, L. u. G. HELL (1993): Photogrammetry and Geomorphology of High Arcitic Push Moraines, Examples from Ellesmere Island, Canadian Arctic, and Spitzbergen, Svalbard Archipelago. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Bd. 93. S. 21-38.
- KOLBERT, E. (2006): Vor uns die Sintflut. Depeschen von der Klimafront. (Berlin Verlag) Berlin.
- KOPP, W. (1932): Die Oststation. In: Wegener, E. (Hrsg.): Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt. (Brockhaus) Leipzig.
- KRAUSE, R.A. (1992): Die Gründungsphase deutscher Polarforschung, 1865-1875. Berichte zur Polarforschung 114. (Alfred-Wegener-Institut) Bremerhaven.
- LATIF, M. (2007): Bringen wir das Klima aus dem Takt? Hintergründe und Prognosen. (Fischer Taschenbuch Verlag) Frankfurt a. M.
- LISTER, H. (1958): Glaciology (1-3). In: Hamilton, R.A. (Hrsg.): Venture to the arctic. (Penguin Books Inc.) Baltimore, S. 167-209.
- LOZAN, J., GRABL, H., HUBBERTEN, H.W., HUPFER, P., KARBE, L. u. D. PIEPENBURG (Hrsg.) (2006): Warnsignale aus den Polarregionen, Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg.
- MAST, C. (Hrsg.) (1998⁸): ABC des Journalismus. Ein Leitfaden für die Redaktionsarbeit. (UKV) Konstanz.

- MAISCH, M. u. F. PAUL (2006): Historical glacier fluctuations. In: Knight, P. (Hrsg.): *Glacier Science and Environmental Change*. (Blackwell Publishing Company) Oxford. S. 432-434.
- MANDLER, H. (1995): Die Struktur der Erdkruste im Bereich des Scoresby Sund, Ostgrönland: Ergebnisse refraktionsseismischer und gravimetrischer Untersuchungen. *Berichte zur Polarforschung* Nr. 358. (Alfred-Wegener-Institut) Bremerhaven.
- NEU, U. (2007): Der vom Menschen verursachte Treibhauseffekt: die historische Entwicklung des Wissens. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): *Geographie*. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 976-987.
- NOTZ, D. (2007): ARKTIS UND ANTARKTIS IM KLIMAWANDEL. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 47/2007. Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn. S. 27-32.
- NÜSSER, M. (1998): Nanga Parbat (NW-Himalaya): Naturräumliche Ressourcenausstattung und humanökologische Gefügemuster der Landnutzung, *Bonner Geographische Abhandlungen*, Bonn.
- NÜSSER, M. (2000): Recent Land Cover and Land Use Dynamics in the Nanga Parbat Area (NW Himalaya): Human-Ecological Landscape Monitoring Using Repeat Photography, in: *Marburger Geographische Schriften* S.265-281.
- OTTO-BLIESNER, B., MARSHALL, S., OVERPECK, J., MILLER, G. u. A. HU (2006): Simulating Arctic Climate Warmth and Ice field Retreat in the Last Interglaciation. In: *Science* Vol. 311, S. 1751-1753
- PFLÜGER, B. (2005): Das Meereis um Südgrönland 1777-2002. *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Hamburg*, Bd. 97.
- RAHMSTORF, S. (2007): Klimawandel – einige Fakten. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 47/2007. Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn. S. 7-13.
- RAHMSTORF, S. u. H.J. SCHELLNHUBER (2007): *Der Klimawandel*. (C.H. Beck) München.
- REUBER, P. u. H. GEBHARDT (2007): Wissenschaftliches Arbeiten in der Geographie. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): *Geographie*. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 81-92.
- RIGNOT, E. u. P. KANAGARATNAM (2006): Changes in the Velocity Structure of the Greenland Ice Sheet. In: *Science*, Vol. 311. S. 986-990.
- ROHRBACH, K. (1993): *Alfred Wegener, Erforscher der wandernden Kontinente*. (Verlag Freies Geistesleben) Stuttgart.
- SCHELLNHUBER, H.-J. u. V. WENZEL (Hrsg.) (1998): *Earth System Analysis*. (Springer-Verlag) Berlin Heidelberg.

- SCHÖNWIESE, C.-D. (2007): Klima in der Diskussion. In: GEBHARDT, H. et al. (Hrsg.): Geographie. (Spektrum Akademischer Verlag), Heidelberg. S. 531-533.
- SCHUNKE, E. (1979): Aktuelle thermische Klimaveränderungen am Polarrand der Ökomene Europas – Ausmaß, Ursachen und Auswirkungen. In: *Erdkunde* 33: 282-291.
- STEARNS, L. A. u. G. S. HAMILTON (2007): Rapid volume loss from two East Greenland outlet glaciers quantified using repeat stereo satellite imagery. In: *Geophys. Res. Lett.*, 34
- STEARNS, L.A. u. G.S. HAMILTON (2006): East Greenland Outlet Glaciers: From Ground and Space. In: *The Earth Observer*, published by NASA, Vol. 18, Issue 3
- STERR, H. (2007): Folgen des Klimawandels für Ozeane und Küsten. In: ENDLICHER, W. u. F.-W. GERSTENGARBE (Hrsg.): *Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke.* (DGfG, PIK und Humboldt-Universität zu Berlin) Potsdam. S. 86-97.
- STRAHLER, A.H. u. A.N. STRAHLER (1999): *Physische Geographie.* (Verlag Eugen Ulmer), Stuttgart.
- THANNHEISER, D. U. C. WÜTHRICH (2002): *Die Polargebiete.* (Westermann) Braunschweig.
- THIEDIG, F. (2003): Das Tagebuch des deutschen Polarforschers Hans Frebold (1899-1983) auf der „Godthaab“ während der Dänischen Ostgrönland-Expedition 1931. In: *Polarforschung* 73, 1 (erschienen 2005). S. 15-27.
- ULLRICH, R. (2007): *Grönland! Expeditions-Tagebuch.* (RvR Verlag) Kehl am Rhein.
- VON LA ROCHE, W. (1987¹⁰): *Einführung in den praktischen Journalismus.* (Ebner) Ulm.
- WAGNER, B. (2000): Seesedimente als Archive der Holozänen Umweltgeschichte Ostgrönlands. *Berichte zur Polarforschung* Nr. 358. (Alfred-Wegener-Institut) Bremerhaven.
- WINIGER, M. (1996): *Karakorum im Wandel*, in: HURNI et al.: *Umwelt Mensch Gebirge.* Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern, Bern.
- WUTZKE, U. (1997): *Durch die weiße Wüste. Leben und Leistung des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener.* (Justus Perthes Verlag) Gotha.
- ZÄNGL, W u. S. HAMBERGER (2004): *Gletscher im Treibhaus. Eine Fotografische Zeitreise in die alpine Eiswelt.* (Tecklenborg Verlag). Steinfurt.

9.2 Zeitungsartikel & Internetquellen

- ACIA (2004): Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Assessment. Cambridge University Press.
URL: www.acia.uaf.edu
Zuletzt abgerufen am 14.02.2008
- AWI (2005): Polarstern-Expedition dokumentiert Veränderungen in der Arktis. Information des Alfred-Wegener-Institutes für Polar- und Meeresforschung.
URL: www.awi.de
Zuletzt abgerufen am 19.02.2008
- BERG, M. (1998): „Ja, frisch ist es hier!“ *Nach 17 Monaten Expedition im Eis ist der Abenteurer Arved Fuchs gestern wieder nach Hamburg zurückgekehrt.* In: die tageszeitung, 08.10.1998.
- DEUTSCHER PRESSERAT (2006): PRESSEKODEX VOM 12. DEZ. 1973, FASSUNG VOM 13. SEPT. 2006.
URL: <http://www.presserat.de/Pressekodex.pressekodex.0.html>
Zuletzt abgerufen am 14.02.2008
- GATHMANN, F. (2007): Merkel auf Eis.
URL: <http://www.spiegel.de/politik/deutschland/0,1518,500231,00.html>
Zuletzt abgerufen am 15.02.2008
- GLCF (GLOBAL LAND COVER FACILITY): Website der Universität von Maryland mit zum Download verfügbaren Satellitenbildern.
URL: <http://glcf.umiacs.umd.edu>
Zuletzt abgerufen am 15.02.2008
- NVE: Norwegian Water Resources and Energy Directorate
URL <http://www.nve.no>
Zuletzt abgerufen am 22.01.2008
- OVERLAND, J., BENGTTSSON, L., PRZYBYLAK, R. U. J. WALSH (2007): Atmosphere. Arctic Report Card.
URL <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/atmosphere.html>
Zuletzt abgerufen am 22.01.2008
- SCHATZ, G. (2007): Erdfieber – Das Unbehagen der Wissenschaft bei der Klimadebatte. In: Neue Züricher Zeitung, 23.07.2007
- SCHRADER, C. (2006): Grönlands Renn-Gletscher. In: Süddeutsche Zeitung, 17.02.2006
- ULRICH, B. (2007): Die Demokratie muss schneller werden. *Die Öko-Diktatur ist ein Gespenst. Den Klimawandel bekommen nur freiheitliche Gesellschaften in den Griff.* In: DIE ZEIT, 20.11.2007
- VORHOLZ, F. (2007): Die Versammlung der Weltveränderer. *Wenn sich die Nationen auf der Klimakonferenz in Bali einig werden, kann die Rettung des Planeten beginnen.* In: DIE ZEIT, 29.11.2007
- ZETSCHKE, S., FALLER, C. u. U. BROICH (2005): Klimawandel in der Arktis. Ein Resümee des ACIA-Berichts. Hintergrundpapier von GERMANWATCH.
URL: <http://www.germanwatch.org/rio/acia05.htm>
Zuletzt abgerufen am 14.02.2008