

Ben Rates zu lesen ist: Obliti privatorum publica curate – vergeßt eure eigenen Angelegenheiten und sorgt für das öffentliche Wohl! In verändertem Sinne tut Dubrovnik das heute noch, indem es für das Wohlbefinden seiner ungezählten Besucher sorgt und ihnen alle Wünsche von den Augen abzulesen scheint.

ZUR VORGESCHICHTE DER EISBILDUNG AUF DEM RANAFJORD (NORDNORWEGEN) 1964

R. H. G. MOOK

EINFÜHRUNG

Die seit Ende Dezember 1963 vielfach über Nordnorwegen ausgebildete Frontalzone führte zu ungewöhnlich hohen Niederschlagssummen. Regen zusammen mit Schneeschmelze verminderte den Salzgehalt im Oberflächenwasser einiger Fjorde erheblich, wodurch die Bildung festen Eises begünstigt wurde. (Denn Charakteristikum von Salzwasser ist nicht nur Gefrierpunktniedrigung, vielmehr erstarrt Meereis erst bei tiefer Temperatur vollständig zu einem Eis-Salz-Gemisch.) Einige nur zu Schiff erreichbare Siedlungen in der Gegend von Bodö wurden in diesem Winter durch Eis isoliert. Auch der wichtige Verkehr auf dem inneren Ranafjord, an dessen Ende das Eisenwerk von Mo i Rana liegt, wurde behindert. Hier mündet der Ranafluß, der das Gebiet zwischen dem Eisschild Svartisen im Westen, der Wasserscheide zum Skjerstadjord im Norden (Saltfjellet), und der Wasserscheide zur Bottnischen Bucht im Osten (Staatsgrenze) entwässert. Mit einigen anderen kleineren Flüssen zusammen beträgt das Einzugsgebiet des inneren Ranafjordes in der Nähe von Mo i Rana ca. 3000 km².

Wärmeinhalt und Salzgehalt des Wassers werden dem Betrag und der räumlichen Verteilung nach wechselseitig bestimmt u. a. vom Wärmeaustausch durch die Grenzfläche mit der Atmosphäre, von dichtebedingter Konvektion im Wasser, durch wind- und wasserstandgetriebenen Austausch, schließlich durch Zufuhr von Niederschlagswasser. Das Gewicht der einzelnen Faktoren kann hier grob abgeschätzt werden. Zwischen Luft und Wasser wird, bei sonst konstanten Verhältnissen, der Übergang sensibler Wärme mit der Temperaturdifferenz zunehmen. Der Austausch latenter Wärme bei feuchter Witterung und kleiner Temperaturdifferenz Luft-Wasser dürfte relativ gering sein. Kurzwellige Strahlung ist der Jahreszeit und starker Bewölkung wegen mit nahezu Null anzunehmen, die Gegenstrahlung tiefer Wolkendecke bei relativ hoher Feuchte und Temperatur wird die Eigenstrahlung der Wasserfläche weitgehend kompensieren. Bei der vorgegebenen Schichtung salzhaltigeren und wärmeren Wassers unter salzarmem und kälterem ist hier die Bedingung statischer Stabilität erfüllt. Hingegen dürften Wind und Strömung durch Gezeiten und Süßwasserzufuhr für den Wasseraustausch von Bedeutung sein. Überdies wird mit der Masse des zufließenden Niederschlagswassers auch dessen Wärmeinhalt in den Fjord eingebracht.

Die Ereignisfolge, welche die ungewöhnlich starke Eisbildung auf dem inneren Ranafjord im Winter 1964 vorbereitete, wird nachstehend beschrieben. Herangezogen und in der Tabelle teilweise wiedergegeben sind für den Zeitraum 27. 12. 1963 bis 25. 1. 1964 die meteorologischen Beobachtungen in Mo i Rana, 66° 19' N, 14° 10' E,

Meteorologische und hydrographische Beobachtungen in Mo i Rana, 27.12.1963 bis 25.1.1964

Datum	Dezember 1963					Januar 1964																										
	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Niederschlag in mm	0	2	84	15	6	3	—	68	19	0	2	5	56	69	10	16	18	7	2	—	2	1	3	6	9	16	5	30	4	0		
Salzgehalt in ‰																																
Tiefe in m	0	20	10	0	0	5	3	2		1	10	1	1	1	1		1	1	1	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
	1	23	15	0	0	16	15	2		1	10	1	1	1	1		1	1	1	5	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
	2	23	23	15	5	20	20	3		1	20	5	1	1	1		1	1	1	10	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
	3	23	23	19	15	20	20	5		1	20	10	1	1	1		1	1	1	12	0	0		0	0	0	0	0	0	5		
	4	23	23	20	20	20	20	15		5	20	15	1	1	1		1	5	2	15	1	5		0	0	10	0	0	12			
	5	23	23	20	20	20	20	15		10	20	15	1	1	1		1	10	2	15	12	7		0	0	10	0	1	12			
Wassertemperatur in °C																																
Tiefe in m	0	3	2	0	0	2	2	1.5		1	2	1.5	1	1	1		1	1	1	1	0	0		0	0.7	0.5	0.7	0.7	0			
	1	3	2.5	0	0	2.5	2.5	1.5		1	2	1.5	1	1	1		1	1	1	1.5	0	0		0	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5			
	2	3	3	2	1	2.5	2.5	1.5		1	2.5	2	1	1	1		1	1	1	2	0	0		0	0.7	0.7	0.7	0.7	1			
	3	3	3	2.5	2	3	3	1.5		1	2.5	2	1	1	1		1	1	1	3	0	0		0	0.7	0.7	0.7	0.7	2			
	4	3	3	3	2	3.5	3	2		1.5	2.5	2	1	1	1		1	1.5	1.3	3.5	1	1.5		0	0.7	2	0.7	1	2.3			
	5	3	3	3	2	3.5	3.5	2		2	2.5	3	1	1	1		1	2	1.5	3.5	3.5	2		0.5	0.7	2	0.7	1.4	2.3			
Strömung fjordaus (x)	0	0		3	1	2	2	2		0	2	1							1	1	2	0	0		1		1		1	1		
Wellengang (x)	0	0		0	0	0	0	1		0	0	1	2	2	2		2	0	0	0	0	0		0	2	1	2	0	0			
Lufttemperatur	-35	-4,2	0,4	1,2	0,8	-4,0	-10,5	-7,4	2,5	-2,6	1,0	-2,5	0,5	-2,5	1,5	2,4	-5,9	-6,7	-6,0	-8,4	-3,7	1,0	1,4	2,0	2,1	0,4	-0,5	-0,6	-3,2	-13,1		
Extrema °C	1,3	1,1	6,6	5,0	3,8	-0,5	-4,5	6,6	5,3	4,0	3,5	2,7	7,0	6,6	5,1	7,0	4,2	-2,0	-3,6	1,8	3,0	4,0	3,5	5,2	6,9	3,8	2,4	6,0	0,5	-8,3		

(x) Stärke von Strömung und Wellengang: 0 = still 1 = schwach 2 = stark 3 = sehr stark

51 m. Niederschlagsmessungen sind um 8 Uhr MOZ angestellt und auf das Datum des Meßtages bezogen. Analysiert wurden die am Kai seitens der Hafenbehörde ausgeführten Messungen (9 Uhr) von Salzgehalt und Temperatur bis 5 m unter die Wasseroberfläche, ferner die Angaben über die Stärke der Strömung fjordauswärts und des Wellenganges.

DIE EREIGNISFOLGE

Bei stillem Wasser ist der noch am 20. 12. an der Oberfläche beobachtete Salzgehalt von 30‰ wohl vorwiegend unter Wirkung von insgesamt etwa 100 mm Niederschlag, großenteils als Regen, bis zum 28. auf 10‰ zurückgegangen. Kräftiger Niederschlag am 29. zusammen mit Schneeschmelze bedingt eine über 1 m mächtige kalte Süßwasserschicht. Diese wäre wohl noch mehr ausgeprägt, wenn nicht gleichzeitig (30. 12.) eine sehr starke fjordauswärts gerichtete Oberflächenströmung wirksam wäre. Sie dürfte über die Oberflächendivergenz den zu Jahresbeginn steigenden Salzgehalt und erhöhte Oberflächentemperatur erklären. Frost (1. bis 2. 1.) führt zu örtlicher Eisbildung.

Erheblicher Niederschlag am 3. verringert Salzgehalt und Temperatur, ein Minimum wird am 6., koinzident mit ruhigem Wasser, beobachtet. Das am 7. folgende relative Maximum dürfte der Aufwärtsbewegung durch starke Oberflächenströmung (Divergenz) zuzuschreiben sein.

Erneut große Niederschlagsmengen am 8. und 9. verursachen relativ kaltes, salzarmes Oberflächenwasser. Eine Periode starken Wellenganges unter fjordeinwärts wehendem Wind ist wohl Ursache für die bezüglich Salzgehalt und Temperatur bis zum 13. anhaltenden isotropen Verhältnisse in der Oberflächenschicht. Der Kaltlufteinbruch am 12. wirkt sich, vermutlich wegen der verhältnismäßig großen beteiligten Wassermasse, in der Wassertemperatur nicht merklich aus.

Ein Wechsel zu schwacher Strömung am 14., sonst aber stillem Wasser, mag die an der Schichtunterseite erkennbare Zunahme von Salzgehalt und Temperatur bedingen, die sich am 16. bei starker Oberflächenströmung bis dicht unter die Oberfläche fortsetzt. Über örtliche Eisbildung wird zwischen 14. und 18. berichtet.

Ein weiteres Maximum in Salzgehalt und Temperatur am 22. läßt sich mit Oberflächendivergenz deuten. Hoher Wellengang am 21. und 23., mäßige Niederschläge, in unteren Lagen als Regen, führen zu einer weitgehend gleichförmigen kalten, salzarmen Oberflächenschicht, an deren Unterseite bei Oberflächenströmung am 24. und namentlich 25. allerdings wieder Tiefenwasser bemerkbar wird. Bei Einsetzen einer windschwachen Kälteperiode am 24. waren somit die Voraussetzungen für die Bildung festen Eises günstig, um so mehr, als Schneefall eine Schnee-Wasser-Mischung bedingte.

Abschließend sei erwähnt, daß die bevorstehende Regulierung des Ranaflasses die Süßwasserzufuhr in den Fjord im Winter permanent erhöhen wird. Um der dabei zu befürchtenden Eisbildung vorzubeugen, sind Maßnahmen zur Mischung des Oberflächenwassers mit tieferem salzhaltigem und wärmerem Wasser vorgesehen.

PRECONDITIONS FOR ICE PRODUCTION IN THE RANAFJORD IN 1964

(Northern Norway)

Due to unusual high winter-runoff into the fjord, a surface layer of cold freshwater formed in the inner parts, thus giving rise to severe icing.