

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Der Einfluß der Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter

Woeikoff, Alexander J...

Wien, 1889

Fünftes Capitel. Einfluss einer Schneedecke auf die Mitteltemperaturen der Winter. Ursachen niederer Minima bei Abwesenheit einer Schneedecke

FÜNFTES CAPITEL.

Einfluss einer Schneedecke auf die Mitteltemperaturen der Winter. Ursachen niederer Minima bei Abwesenheit einer Schneedecke.

Die Richtung der Winterisothermen von Nord nach Süd. Einfluss einer häufigeren Schneelage in Mittel- als in Norddeutschland. Das kalte Gebiet auf dem armenischen Plateau. Vergleich mit dem übrigen Transkaukasien und Ost-Turkestan. Armenien kälter als letzteres. Allgemeine Abkühlung des Winters nach dem Innern des Continentes. Schnee in Armenien, Schneelosigkeit in Ost-Turkestan. Relative Wärme des December und Februar auf dem unteren armenischen Plateau. Größere Bewölkung in Armenien als in den Gegenden ohne Winterschnee in Transkaukasien. Die Isothermen des Winters im Westen der Vereinigten Staaten. Sibirien. Vergleich von Krasnojarsk und Tschita mit benachbarten Orten. Höhere Temperatur beider, namentlich des letzteren. Wirkung der Schneearmuth, namentlich bei klarem Himmel. Vorkommende niedrige Temperatur in Hochasien bei Schneearmuth und ihre Erklärung. Kleine Bewölkung und Diathermansie der Luft. Kalte Winde. Trockenheit des Bodens. Abkühlung nach Schneefällen. Kälte am Amu-Darja. Januar und December 1877. Erkaltung der Schneelage in ersterem. Kalte Winde aus Sibirien im letzteren.

In den vorhergehenden Capiteln sind zahlreiche Beweise der abkühlenden Wirkung einer Schneefläche auf die Lufttemperatur gegeben. Dazu wurden die Beobachtungen einzelner Perioden berechnet und verglichen, ebenso auch der Frühlingsmonate.

Lassen sich unter sonst gleichen oder ähnlichen Verhältnissen Orte oder Gegenden finden, wo eine Schneelage ziemlich regelmäßig ist, und andere, wo dieselbe eine Ausnahme bildet, so lassen sich auch die Mitteltemperaturen des Winters vergleichen. In solchem Falle müssten letztere Gegenden oder Orte höhere Temperaturen im Winter haben als erstere. Andererseits ließen sich vielleicht durch größere oder geringere Häufigkeit einer Schneelage im Winter scheinbare Anomalieen in der Vertheilung der Temperatur erklären.

Bekanntlich haben die Isothermen der Wintermonate in Deutschland die Richtung von Nord nach Süd, und nicht etwa von Nordwest nach Südost, wie in Russland, d. h. auf dem Continente, im Osten von Deutschland.

Ähnliches findet sich freilich auch in Großbritannien im Winter, wird aber dort durch das wärmere Meer im Westen, von wo auch die bei Weitem vorwaltenden Winde kommen, erklärt, und die allgemeine meridionale Richtung der Gebirge der Insel verschärft noch den Gegensatz zwischen West und Ost.

Die Verhältnisse Deutschlands sind sehr verschieden. Hier haben die Gebirge mehr oder weniger die Richtung der Parallelkreise, und West und Ost sind nicht scharf getrennt. Die Sache scheint mir folgendermaßen zu verlaufen. Die Ebene von Norddeutschland ist den kalten Winden mehr geöffnet als das Hügel- und Gebirgsland von Mitteldeutschland und wenn die Kälte durch NE-Winde gebracht wird, so ist ersteres kälter. In Mitteldeutschland fällt aber mehr Schnee und der Boden ist öfter schneebedeckt, daher günstigere Gelegenheiten zur Ausstrahlung an Ort und Stelle, wie in dem denkwürdigen December 1879. Unter solchen Verhältnissen wird es in Mitteldeutschland kälter sein, dazu kommt noch, dass überhaupt hier Anticyclonen häufiger sind. Wäre die Abkühlung Mitteldeutschlands durch die häufigere Schneelage nicht vorhanden, würden die Isothermen der Wintermonate etwa von NW nach SE verlaufen, wie etwa in Russland, wäre die Abkühlung des Südens jeden Winter vorhanden, so hätten wir dort ein selbstständiges Kältecentrum im Winter, wie in Lappland oder Armenien, von allen Seiten von höheren Isothermen umringt. Durch Wechselwirkung beider Umstände wird die jetzige Gestalt der Isothermen des Winters in Deutschland erhalten, namentlich der Januar-Isothermen 0° und -2° . (Siehe Hann, Atlas der Meteorologie). Jedenfalls aber ist in Deutschland der Unterschied nicht scharf, eben weil in Mitteldeutschland nicht jeden Winter eine dauernde Schneedecke vorhanden ist, und dieselbe nicht selten auch auf der norddeutschen Ebene existiert.

Auf der armenischen Hochebene existiert ein ausgedehntes Gebiet, von der Januar-Isotherme (auf's Meeresniveau reducirt) -2° umringt, und ein kleineres, umschlossen von der Isotherme -4° , während direct im Norden die Isotherme 2° gefunden wird, und zwar nicht nur in der Nähe des Meeres, sondern im mittleren Transkaukasien. Also im Süden eines so mächtigen Gebirges wie der Kaukasus, selbst noch umringt von den Bergen des kleinen Kaukasus, welche vor kalten Winden des Winters schützen, niedrigere Isothermen als -4° ebenso wie mehr nördlich, am Nordfuße des Kaukasus, wo die Gegend den kalten Winden ganz offen steht. Die Januar-Isotherme -4° geht nämlich vom Ufer des Asowschen Meeres unter 46° zum Kaspischen unter 44° . Der topographische Charakter der Gegend, bergumringte Plateaus, Thäler etc., erklärt einen Theil des Unterschiedes, bei Weitem aber nicht den ganzen.

Unter dem 40. Grad N. Br. in einer Höhe von nur 1500—1600 *m* über dem Meeres-Niveau ist der Winter ebenso kalt als in Mittelrussland und der Schnee liegt 4—5 Monate. Selbst auf der unteren Stufe des Plateaus, 750—1000 *m* über dem Meeres-Niveau haben 3 Monate Mitteltemperaturen unter 0° , während der Sommer hier wärmer ist, als an den Ufern des Kaspi

In der folgenden Tabelle gebe ich die Mitteltemperaturen erst ohne Reduction, dann reducirt auf die Breite 40° N. und die Höhe 1000 *m* über dem Meeres-Niveau. Die Temperaturabnahme mit der Höhe zu 0.35° auf 100 *m* angenommen, diejenige mit der Breite auf 0.6° per 1 Grad Breite.

Also ist es in Hocharmenien, auf dieselbe Höhe und Breite reducirt, nicht nur viel kälter im Winter als im übrigen Transkaukasien, sondern auch als in Ost-Turkestan.

Um das Letztere richtig zu beurtheilen, muss daran erinnert werden, wie rasch auf den Continenten von Europa—Asien die Temperatur im Winter nach Ost abnimmt.

	Höhe ü. d. Meeres- niveau <i>m</i>	Mitteltemperatur		Desgleichen reducirt auf 40° N. und 1000 <i>m</i> über Meeresniveau	
		Winter	Januar	Winter	Januar
Alexandropol ¹⁾ oberes	1470	-8.7 ^o	-10.9 ^o	-6.7 ^o	-8.9 ^o
Aralych } unteres ²⁾	790	-3.7	-6.8	-4.5	-7.6
Eriwan ³⁾ } Plateau	984	-4.8	-9.4	-4.7	-9.3
Tiflis ⁴⁾ Thal der Kura	440	1.7	0.3	0.8	-0.6
Schuscha ⁵⁾ Berg im östlichen Transkaukasien	1300	-1.1	-2.5	-0.3	-1.7
Jarkand, Plat. v. Ost-Turkestan ⁶⁾	1257	-3.5	-6.0	-3.4	-5.9

So z. B. ist die Mitteltemperatur des Winters in Pensa -10.4° , diese Stadt liegt im Meridiane von Alexandropol unter $53\frac{1}{4}^{\circ}$ N, in Barnaul in derselben Breite und nur 5° östlich von Jarkand ist sie -17.1° , also um 6.7° niedriger.

Unter $50\frac{1}{3}^{\circ}$ N. haben wir -9.4° in der Alexejewskaja Stanitze, etwas westlich von Alexandropol, und -16.0° in Semipalatinsk am oberen Ob, also 6.6° niedriger.

In Grosnaja $43\frac{1}{4}^{\circ}$ N. etwas östlich von Alexandropol ist die Mitteltemperatur des Winters -2.0° , in Nukuss unter $42\frac{1}{2}^{\circ}$ am Amu-Darja, bedeutend westlicher als Jarkand ist sie -4.6° . Diese 6 Orte sind nahezu in derselben Höhe gelegen, und zwar unter 200 *m*, so dass die Temperaturen auch ohne Reduction auf dasselbe Niveau vergleichbar sind. Dasselbe ist über die nun folgenden zwei Orte zu bemerken, welche zwar höher, aber nahezu auf derselben Höhe liegen.

Unter der Breite von etwa $41\frac{1}{2}^{\circ}$ N. beide durch Gebirge im Norden geschützt, liegen Tiflis mit einer Wintertemperatur von 1.7° und Taschkent mit einer von 0.5° .

Von West nach Ost vermindert sich die Temperatur auf 10° Länge. (Die Breiten correction ist auch zu 0.6° auf 1° Breite angenommen.)

In der

Breite $53\frac{1}{4}^{\circ}$	1.8	(Pensa-Barnaul).
» $50\frac{1}{3}^{\circ}$	1.7	(Alexejewskaja-Semipalatinsk).
» 43°	2.2	(Grosnaja-Nukuss).
» $41\frac{1}{2}^{\circ}$	0.6	(Tiflis-Taschkent).

Unter der Breite 40° und etwas südlicher konnte ich kein correspondierendes Stationspaar finden. Bei den letzten zwei Paaren sind augenscheinlich Ursachen vorhanden, welche bei dem vorletzten eine zu rasche, bei dem letzten eine zu langsame Abnahme der Temperatur des Winters erzeugen. Ich denke den allgemeinen Verhältnissen gerecht zu werden, wenn ich unter dem 40° Grad N. eine mittlere Abnahme der Temperatur auf 10° nach Ost von 1.1° annehme.

Von dieser Voraussetzung und der Temperatur von Jarkand ausgehend, müssten wir in den Meridianen von Tiflis und Alexandropol, auf

¹⁾ 20 Jahre 1849—70 mit einigen Lücken.

²⁾ 5 Jahre 1849—53 auf die 43jährige Periode von Tiflis reducirt.

³⁾ Januar und Februar 1845, 51, 52 und 85 87, December 1844, 51 und 85—87 auf Tiflis reducirt. Ohne Reduction sind die Mittel Januar -10.2° , Februar -3.9° , December -1.5° .

⁴⁾ 43 Jahre, December 1844 bis December 1887, ohne December 1847.

⁵⁾ 1849 und 1885—87 auf Tiflis reducirt ohne Reduction mit Zusatz der Beobachtungen für Januar und Februar 1888 sind die Mittel Januar -2.1° , Februar -1.4° , December 2.6° .

⁶⁾ Beobachtungen der englischen Expedition 1874—75, »S. Indian Meteorological Memoirs S. I.«.

40° N. und 1000 *m* reducirt, eine Temperatur des Winters von 0.2° erwarten. Der Winter in Tiflis und Schuscha, wo selten Schnee liegt, entspricht dieser Voraussetzung so ziemlich, auf dem armenischen Plateau ist es um 4° bis 7° kälter.

Für den Januar allein erhalten wir ungefähr dasselbe Resultat.

Ich kann mir die Verhältnisse nicht anders erklären, als dass der Schnee, welcher auf dem armenischen Plateau fällt, die Ausstrahlung befördert. Die umliegenden Berge schützen wohl vor kalten, aber auch vor warmen Winden, die Luft ist meistens ruhig, die kalte Luft stagniert auf den Plateaus und in den Hochthälern. Wahrscheinlich sind diese Gegenden im Winter im Centrum einer Anticyclone gelegen.

Ohne Schnee im Winter wäre aber bei Weitem keine solche Kälte hier vorhanden. Ich gebe unten eine Tabelle der auf das Meeresniveau reducirtten Temperaturen der Monate Januar bis Juli, nach Wild's »Temperaturverhältnisse des russischen Reiches«.

Mitteltemperatur auf das Meeresniveau reducirt.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli
Tiflis	2.0°	3.8°	8.6°	14.2°	20.1°	23.8°	26.9°
Alexandropol	-5.4	-2.6	5.2	13.8	20.2	24.0	27.2
Aralych	-3.8	1.1	9.6	16.7	22.2	26.8	31.2
Schuscha	4.0	5.1	8.6	12.3	19.7	24.3	26.2

In Aralych auf dem unteren armenischen Plateau, wo der Schnee im März schon verschwunden ist, erreicht dieser Monat, auf das Meeresniveau reducirt, schon eine höhere Temperatur als in Tiflis und Schuscha, noch mehr steigt die Temperatur in den folgenden Monaten.

In Alexandropol liegt noch im März Schnee, in diesem Monate beginnt die Schmelze desselben, welche auch im April noch dauert, vom Mai an ist die reducirtte Temperatur höher als in Tiflis und Schuscha.

Auf dem unteren Theile des Plateau ist, wie oben bemerkt, die Schneelage unter der Sonne des Februar oft verschwunden, im December ist sie häufig noch nicht vorhanden, auf dem oberen, wie in Alexandropol, Kars, Ardagan, fällt der Schnee schon im November und verschwindet selten vor Ende März. Im Januar ist daher die Temperaturdifferenz zwischen dem oberen und unteren Theile des Plateau nicht groß, wohl aber im Februar und December. Die beobachteten und reducirtten Temperaturen des Januar finden sich oben (S. 57) die Mittel des Februar und December aber betragen:

	Mitteltemperaturen December und Februar	Desgl. reduc. auf 40° N. Breite und 1000 <i>m</i> über dem Meeresniveau.
Alexandropol	-7.6°	-5.6°
Eriwan	-2.45	-2.4
Aralych	-1.9	-2.7

Also nach Reduction Differenz im Januar nur 0.5° bis 1.5°, im December und Februar 2.9° bis 3.2°; in allen drei ist es auf dem oberen Theile des Plateau (Alexandropol) kälter.

Höchst interessante, aber leider noch sehr kurze Beobachtungen sind jetzt in Kars gemacht worden, welches auf dem oberen armenischen Plateau 1744 *m* über dem Meeresniveau liegt. Ich führe dieselben für die gedruckten 4 Wintermonate an, und dazu die Beobachtungen dreier benachbarter Orte.

Kars. Temperatur				Eriwan. Temperatur				Schuscha. Temperatur			
Mittel	Min.	Max.	Bew.	Mittel	Min.	Max.	Bew.	Mittel	Min.	Max.	Bew.
December 1886.											
-10.2°	-25.4°	2.6°	4.8	-1.0°	-6.5°	6.0°	6.0	1.7°	-4.3°	11.8°	4.5
Januar 1887.											
-17.2	-34.0	-2.0	4.6	-9.1	-21.1	-1.0	6.8	-5.3	-10.9	2.5	6.5
Februar 1887.											
-14.1	-35.9	4.4	4.9	-10.6	-24.0	5.4	7.6	-2.7	-12.9	8.3	5.5
December 1887.											
-8.1	-20.2	4.9	5.9	1.6	-4.8	12.1	4.0	4.1	-2.2	13.7	3.8

Der äußerst kalte Winter in Kars ist an diesen Zahlen deutlich zu sehen. Die kälteste Thalstation der Alpen, Bevers im Oberengadin, ist nahezu so hoch wie Kars und doch bedeutend wärmer im Winter, während Tiflis im Nordosten von Kars wärmer ist als die Thäler der Schweiz in derselben Höhe, die Ebene des Rion im Norden von Kars wärmer als die Ebene des Po.

Nach einer gefälligen Mittheilung des Beobachters in Schuscha, Herrn M. S. Tarassow, lag im Januar 1887 fast 3 Wochen Schnee, eine Seltenheit dort. In Eriwan lag im December 1887 sicher kein Schnee, denn im vorherigen November gab es keinen Frost und im December war nur 4.3 mm Niederschlag. Auch im December 1886 lag wahrscheinlich keiner. Ich habe schon früher bemerkt, dass die kurze Dauer der Schneedecke hier die Kälte des Januar im Vergleich zum Februar und December erklärt. In ersterem Monate ist Schnee gewöhnlich vorhanden, in beiden letzteren fehlt er oft.

Ich habe auch die Bewölkung angeführt. Für die älteren Reihen von Alexandropol, Eriwan und Aralych fehlen Beobachtungen darüber. Im Winter, namentlich wenn Schnee liegt, ist eine kleine Bewölkung Ursache niedriger Temperaturen, als die Ausstrahlung befördernd. In Kars dürfte die geringe Bewölkung zu der sehr niedrigen Temperatur des Januar und Februar 1887 viel beigetragen haben.

In Schuscha hingegen war die Bewölkung in diesen sehr kalten Monaten größer als das Mittel aus 11 Wintermonaten (respective 6.5, 5.5 und 5.1).

In Eriwan ist überhaupt die Bewölkung groß im Winter, 7 Wintermonate geben 7.1, dieselben in Schuscha 5.1. In Tiflis ist das 17jährige Mittel (1870—86) der Wintermonate 6.2.

Also ist die Bewölkung kleiner dort, wo selten Schnee liegt, und groß auf dem armenischen Plateau. Es ist für diese ziemlich niedrige Breite noch nicht sicher, in welchem Sinne die Bewölkung auf die Temperatur der Wintermonate wirkt. Namentlich am Ende des Winters könnte eine kleine Bewölkung einer höheren Temperatur schon günstig sein.

Die Lage auf einem Plateau, von allen Seiten von Bergen umringt, trägt das ihrige bei zu der Kälte des Winters in Armenien. Doch liegt Jarkand auch auf einem Plateau, welches von viel höheren Bergen umringt ist, und von dem erwärmenden Einflusse der Meere und auch im Winter warmer Flächen der Continente niederer Breiten ganz abgeschnitten. Der Luftdruck ist hier hoch im Winter, die Luft meistens

ruhig, die Bewölkung nicht groß, namentlich im Januar (Winter 4.9° , Januar 3.4°), alle Verhältnisse sind also einer bedeutenden Abkühlung an Ort und Stelle günstig. Und doch ist die Temperatur im Winter viel höher als in Armenien, nach Reduction auf dieselbe Breite und Höhe. In Jarkand ist keine Schneelage auf dem Boden vorhanden, und dies ist wohl die Ursache, dass die Temperatur des Winters höher ist, als man nach der Lage im Inneren Asiens und auf einem Plateau erwarten könnte.

Man vergleiche damit das Plateau von Armenien. In Meridianen gelegen, wo der Winter bedeutend wärmer ist, nahe einem warmen Meere, keineswegs von erwärmenden Einflüssen so abgeschlossen wie das Plateau von Ost-Turkestan und doch im Winter viel kälter! Der erkaltende Einfluss einer Schneelage tritt nirgends mit der Deutlichkeit hervor wie hier. Auf den Karten der Isothermen des Januar in Hann's Atlas der Meteorologie treten die niedrigen Isothermen selbst auf der in so kleinem Maßstabe gezeichneten Weltkarte sehr deutlich auf.

Möglich ist es auch, dass die nördlichere Lage der Januar-Isothermen im Westen der Vereinigten Staaten theilweise mit der Schneearmuth der Plateaus zusammenhängt, während östlich im Missisippithale Schnee häufiger liegt. Wäre diese Wärme auf die Plateaus im Westen der Felsengebirge beschränkt, so wäre sie durch den Schutz dieser Gebirge gegen die intensiv kalten Winde erklärt, welche vom hohen Norden durch die Niederung am Red-River ankommen. Das Plateau im Osten der Gebirge ist aber nicht geschützt.

Es sind nur die Isothermen 2° , 0° und unter 0° , welche die Biegung nach Norden in der Nähe der Felsengebirge zeigen (von Ost aus gerechnet) nicht aber diejenigen von 4° , 6° u. s. w. Die Isotherme 4° verläuft ungefähr unter dem 36. Grad N. Br. Auch die Isotherme 2° verläuft so ziemlich von Ost nach West bis an den Fuß am Gebirge, und biegt dann scharf nach Nord, so dass nur die Orte am Fuße des Gebirges, wie Ft. Laramie, Cheyenne, Denver etc. in der warmen Zone zu liegen kommen.

Die Isothermen 0° , -2° , -4° u. s. w. aber biegen nach Norden sehr weit vom Gebirge, so dass Orte in den Plains (Steppen) zu dem relativ warmen Gebiete gehören.

Der Verlauf der Isothermen längs der Parallele in der südlichen Zone, wo Schnee auf dem Boden im Osten und Westen eine Ausnahme ist, und deren Biegung nach Norden in den schneeärmeren Plains, während sie in den schneereicheren Niederungen eine südlichere Lage annehmen, hat mich zu dieser Hypothese bewogen. Ich habe mich, wie auch früher, an die neuesten und besten Isothermenkarten gehalten, diejenigen von Hann in Berghaus Physikalischen Atlas (Gotha 1887).

Sicherer ist der Einfluss einer Schneelage in Sibirien auf die Mitteltemperaturen des Winters. In Westsibirien nördlich vom 50. Grade N. ist eine Schneelage im Winter so allgemeine Regel, dass mir keine Ausnahme im langjährigen Mittel bekannt ist.

Anders ist es in Central-Sibirien,¹⁾ wo die Umgegend von Krasnojarsk gewöhnlich schneearm ist, und Ostsibirien, speciell Transbaikalien, im Süden, an der Grenze der Mongolei und in der Stadt Tschita und Umgegend, wo der Schnee im Winter in der Regel fehlt, so dass alle

¹⁾ D. h. dem Gebiete des Jenissei bis zum Baikal.

Transporte auch im Winter auf Räderfuhrwerken geschehen, nicht auf den so bequemen und beliebten Schlitten.

In Krasnojarsk und Tschita und den benachbarten Orten gibt es Beobachtungen, welche zum Vergleiche dienen können.¹⁾

N. Breite	E. Länge	Höhe über Meeres- niveau <i>m</i>		Januar	Februar	Decemb.	Winter
53° 20'	82° 47'	140	Barnaul	-15.7 ⁰	-18.9 ⁰	-17.1 ⁰	-17.2 ⁰
56 30	84 58	77	Tomsk.	-17.2	-19.6	-17.0	-17.9
53 43	91 41	(1)	Minussinsk.	-17.9	-19.5	-18.4	-18.6
56 1	92 53	152	Krasnojarsk	-14.9	-19.4	-16.0	-16.8
58 27	92 6	(1)	Jenisseisk	-20.0	-22.4	-17.4	-20.1
65 55	87 38	40 ²⁾	Turuchansk	-25.0	-29.0	-22.7	-25.9

Aus dieser Tabelle ist leicht zu sehen, dass in Krasnojarsk der Winter wärmer ist als selbst im Süden (Minussinsk), Südwesten (Barnaul) und Westen (Tomsk), während nach dem allgemeinen Gange der Wärme im Winter auf dem alten Continente Krasnojarsk kälter sein sollte als letztere drei Orte.

Die Entfernung und der Breitenunterschied von Krasnojarsk und Barnaul sind ungefähr so groß wie von Hamburg nach Havre oder von Berlin nach Chalons sur Marne, und doch sind an dem nordöstlichen Orte der Winter etwas, der Februar und December erheblich wärmer.

In dem Thale des Jenissei haben wir eine Zunahme nach Norden, dann eine sehr rasche Abnahme von Krasnojarsk aus, weiter eine langsamere Abnahme. Da Minussinsk ziemlich hoch liegt, so habe ich dessen Temperatur zum Behufe der Reduction um 0.5⁰ erhöht.

Differenz der Wintertemperatur per Breitengrad.

Minussinsk-Krasnojarsk ²⁾	0.56 ⁰
Krasnojarsk-Jenisseisk	-1.35
Jenisseisk-Turuchansk.	-0.77
Minussinsk-Turuchansk	-0.64

In Krasnojarsk hatte der December 1886 eine Mitteltemperatur von - 6.2⁰. Seitdem Beobachtungen in Sibirien gemacht werden, hatte noch kein einzelner Wintermonat eine so hohe Temperatur. In Barnaul war die höchste - 8.7⁰ (December 1856 und Februar 1863) und doch sind hier 50jährige Beobachtungen vorhanden. Auch in den uralischen Stationen Bogoslowsk und Zlatoust kamen keine so hohen Temperaturen eines Wintermonates vor in 50 Jahren, in Jekaterinenburg hatte der December 1886 nahezu dieselbe Temperatur - 6.3⁰.

Es ist auch erwähnenswerth, dass das mittlere monatliche Maximum des December in Krasnojarsk 1884—1886 4.2⁰ betrug, soviel ich mich erinnere, sind selbst in Mittelrussland so hohe Maxima im December drei Jahre nach einander nicht beobachtet worden.

¹⁾ In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungen von Barnaul 49jährige Mittel 1838—86, Tomsk 27 Jahre, auf Barnaul nach gleichzeitigen Abweichungen reducirt, Minussinsk December 1885 bis December 1886, nach gleichzeitigen Beobachtungen in Krasnojarsk auf die längeren Perioden von Barnaul und Jenisseisk reducirt, Krasnojarsk 15 Jahre, auf Jenisseisk und Barnaul reducirt, Jenisseisk 16 Jahre 1871—1886 auf Barnaul reducirt, Turuchansk December 1877 bis December 1886 nach Jenisseisk auf Barnaul reducirt.

²⁾ Höhe nicht genau bekannt, ersterer Ort etwa 300 *m*, letztere 100 *m* oder etwas weniger über dem Meeresniveau.

In den Breiten, in welchen Krasnojarsk und Jenisseisk liegen, (56–59°) ist eine große Bewölkung einer hohen Mitteltemperatur günstig. Für die früheren Beobachtungen fehlen uns Nachrichten darüber, vom December 1884 bis December 1886 aber haben wir:

	Krasnojarsk	Jenisseisk
Mitteltemperatur im Winter	–14.3°	–17.1°
Mittlere Bewölkung im Winter . . .	6.3	7.0

Die große Abnahme der Temperatur nach Norden kann also nicht durch die Bewölkung erklärt werden, die Größe derselben in Krasnojarsk scheint im Gegentheil einer Abkühlung an Ort und Stelle günstiger zu sein als in Jenisseisk.

Es bleibt also dann keine andere Erklärung der höheren Temperatur im Winter in Krasnojarsk, als die Schneearmuth, und da dieselbe nur relativ ist, an einigen Wintern Schnee liegt, so ist auch die Differenz gegen die Nachbarorte nicht sehr groß.

Viel bedeutender sind die Unterschiede von Tschita und den umliegenden Orten.

Es ist zu bemerken, dass in Transbaikalien die Wintertemperaturen im ganzen von West nach Ost niedriger werden, so dass, wenn ein östlicher Ort kälter ist, dies aus den allgemeinen klimatischen Verhältnissen erklärlich ist, ein entgegengesetztes Resultat aber eine Erklärung verlangt.

Alle Orte der folgenden Tabelle liegen ziemlich hoch, über 500 m. Ich entschloss mich nicht, dieselbe auf ein gemeinsames Niveau zu reducieren, da die Größe der Reduction in diesem Klima im Winter nicht feststeht und wohl jedenfalls sehr klein ist. Auch der Unterschied der Höhe der Stationen ist klein, nur Werchneudinsk liegt niedriger als die anderen Stationen.¹⁾

N. Breite	E. Länge	Höhe Meter		Mitteltemperatur			
				Januar	Februar	Decemb.	Winter
51° 50'	107° 91'	520 ²	Werchneudinsk ²⁾	–26.9°	–22.8°	–22.3°	–24.0°
52 2	113 30	630 ²	Tschita	–23.2	–11.7	–18.9	–19.4
52 58	116 35	660 ²	Stadt	–33.5	–28.0	–28.8	–30.1
51 19	119 37	660	Hüttenw. } Nertschinsk	–29.3	–24.0	–26.4	–26.6

Es ist nach dem eben Bemerkten ganz natürlich, dass Werchneudinsk einen wärmeren Winter hat, als das Hüttenwerk Nertschinsk. die Stadt liegt eben bedeutend westlich. Ganz besonders aber ist das Verhältniss der nächsten zwei Orte. Tschita aber hat eine viel höhere Wintertemperatur, als die westlicheren Orte, und namentlich als die nur 3° östlicher in derselben Breite gelegene Stadt Nertschinsk. Werden die Beobachtungen in letzterer auf die lange Reihe des Hüttenwerkes Nertschinsk reducirt, so ist die Wintertemperatur – 30.4°, also um 11° kälter als in Tschita.

Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der Unterschied nicht so groß ist, denn die Winter 1828–30 scheinen warm gewesen zu sein. Um

¹⁾ Meine Abhandlung über den Einfluss der Localverhältnisse auf die Temperatur, Zeitschr. Meteor., Bd. XVIII, S. 241, Jahr 1883.

²⁾ Werchneudinsk 4 Jahre 1874–51, auf das Hüttenwerk Nertschinsk reducirt. Tschita 3 Jahre 1828–30. Stadt Nertschinsk 12 Jahre 1848–58. Hüttenwerk Nertschinsk 43 Jahre 1839–86 (mit einigen Lücken).

mir ein Urtheil zu bilden, um wieviel zwei warme Winter hintereinander in dem beständigen Klima Transbaikaliens wärmer sein können, als das langjährige Mittel, habe ich die Mittel der Beobachtungen im Hüttenwerke Nertschinsk durchgesehen, und zwei zweijährige Perioden gefunden, Winter 1848—49 und 1863—64, deren Mitteltemperatur um 3° höher war, als das langjährige Mittel. Wenn ich also annehme, dass in Tschita das langjährige Mittel um 3° niedriger ist, als das Mittel der zwei Jahre Beobachtungen, so ist es nahezu die Grenze des Möglichen. So hätten wir also:

Stadt Nertschinsk Winter	— 30.4 ⁰
» Tschita »	— 22.4
Differenz	8.0

Es ist auch zu erwähnen, dass kein Bergzug die beiden Städte trennt, und dass beide im Flussgebiete des Amur liegen, erstere an der Nertscha, letztere an der Jngoda, und zwar beide in Thälern.

Aus gefälligen persönlichen Mittheilungen mit der Gegend Bekannter ist sicher, dass in Nertschinsk eine Schneelage im Winter vorhanden ist, in Tschita aber Schneelosigkeit die Regel ist.

Sie wirkt also sehr stark auf die Erhöhung der Temperatur im Winter. Dass die Wirkung größer ist als in Krasnojarsk, ist dadurch zu erklären, dass 1. in Tschita die Erscheinung regelmäßiger ist, 2. dass die Bewölkung klein ist. Obwohl wir in Tschita und der Stadt Nertschinsk selbst keine Beobachtungen über die Bewölkung haben, so ist eine sehr kleine Bewölkung im Winter (Hüttenwerk Nertschinsk Januar 1.4) so allgemein in der Gegend verbreitet, dass sie sicher auch in Tschita klein ist. Bei kleiner Bewölkung und ruhiger Luft ist aber gerade der Unterschied der Temperatur über einer schneebedeckten und schneefreien Gegend besonders groß.

Ich erinnere nur an die Beobachtungen in Upsala (S. 33), wo die Temperatur bei schneebedecktem Boden und einer Bewölkung von 0 bis 4 um mehr als 8° tiefer war, als wenn bei derselben Bewölkung kein Schnee lag.

Wie auf S. 22 bemerkt, waren im östlichen Russland im December 1877 und Januar 1878 je eine fünftägige Periode, welche einer Abkühlung an Ort und Stelle besonders günstig waren. Im December war aber kein Schnee auf dem Boden, und die Mitteltemperaturen der betreffenden Periode waren um 4° bis 7.5° niedriger als der betreffenden Periode des December. Im Januar aber war Schnee vorhanden.

Was im europäischen Russland oder Schweden eine Ausnahme ist, d. h. langdauernde Anticyclonen mit klarer Witterung und Windstille, das ist in Transbaikalien Regel im Winter. Kein Wunder also, wenn die Mitteltemperaturen hier nahezu denselben Unterschied zwischen schneebedeckten und schneelosen Gegenden zeigen, wie dort einzelne, seltene Perioden entsprechender Witterung.

Es ist sehr zu wünschen, dass einmal in Tschita gleichzeitig mit nahen Orten, wo eine Schneelage im Winter regelmäßig vorhanden ist, Beobachtungen gemacht werden. Solche Beobachtungen, selbst während kurzer Zeit, werden uns sehr viel über die Verhältnisse aufklären.

Die früher gegebenen Beispiele zeigen, wie die Abwesenheit einer Schneedecke einer relativ hohen Temperatur des Winters günstig ist.

Jedoch wissen wir, dass in Hochasien¹⁾ und der Aralo-Kaspi-Niederung, wo der Schnee im Winter spärlich fällt und eine zusammenhängende Schneedecke in der Regel fehlt, doch sehr niedrige Temperaturen vorkommen. Wie ist dies zu erklären?

Die Ursachen sind nach den Fällen verschieden, jedoch in ganz Hochasien ist im Winter die Bewölkung klein, ebenso auch die relative Feuchtigkeit und die Luft ist in hohem Grade diatherman, Verhältnisse, welche einer großen Abkühlung in dieser Jahreszeit günstig sind. In der Aralo Kaspi-Niederung ist freilich die Bewölkung im Winter größer, jedoch nicht so groß wie in Europa unter denselben Breitgraden, und auch die Luft ist oft sehr diatherman. Gerade in dieser Gegend wird aber die Kälte am häufigsten von Winden gebracht, denn diese Niederung wird durch kein Gebirge von der so intensiv kalten Niederung Sibiriens getrennt. In Hochasien ist der Schutz gegen kältere Gegenden im Norden besser, jedoch auch Theile dieser Region sind kalten Winden sehr ausgesetzt, am meisten die südöstliche Mongolei.

In Hochasien fallen im Winter wenig Niederschläge, die Luft ist trocken, die Winde stark. Die namentlich im Süden der Region auch im Winter kräftigen Sonnenstrahlen sind der Verdunstung besonders günstig und sie wird schon durch die verdünnte Luft der Höhen vermehrt. Daher wird der Boden im Winter im ganzen trocken sein.

Ein trockener Boden wird aber an der Oberfläche kälter sein im Winter als ein feuchter, einerseits, weil er die Wärme schlechter leitet als ein feuchter Boden, andererseits weil die Kälte nicht durch das Gefrieren des Bodenwassers gemindert wird, wie dies in feuchteren Gegenden geschieht, wenn kein Schnee auf dem Boden liegt.

Ein trockener, lockerer Boden, wie in Hochasien, hat einige der physikalischen Eigenschaften des Schnees.

Wo in Hochasien der Boden nicht so trocken ist oder die Oberfläche aus Fels besteht, dort werden mächtige Schichten im Winter erkalten und sozusagen eine Ansammlung von Kälte entstehen.

Zu beachten ist auch, dass die betrachteten Gegenden nur schneearm, nicht schneelos den ganzen Winter sind, und ab und zu der Boden für einige Tage mit Schnee bedeckt ist. Die meteorologischen Tagebücher von Prjewalsky, welche in kurzer Zeit im Drucke erscheinen, zeigen zuweilen besonders niedrige Temperaturen gleich nach Schneefall, solange der Schnee noch nicht vom Winde verweht und mit Sand und Staub vermischt ist.

Im Texte des Berichtes über die vierte Reise N. M. Prjewalsky's finde ich folgende Bemerkung über den Anfang der Reise, in der Gegend etwas südlich von Urga. Nach einem starken NW-Wind mit Schneetreiben fiel am 21. November bei Sonnenaufgang das Thermometer auf -33.5° , am nächsten Morgen auf -37° (in der Nacht wahrscheinlich tiefer), am 23. war nicht nur bei Sonnenaufgang, sondern auch um 8 a. m. das Quecksilber gefroren. Eine so niedrige Temperatur habe ich während aller meiner Reisen in Centralasien nur noch einmal erlebt, im December 1877 in der Zsungarischen Wüste. Zu obenerwähnter Abkühlung der Luft in der nördlichen Gobi half auch der Schnee, welcher, wie oben bemerkt, in einer nicht dicken Lage ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ E Fuß) fast ganz den Boden deckte in der Umgegend von Urga und 150 Kilometer nach Süden. Dieser Schnee fiel Ende October während

¹⁾ Centralasien nach der Terminologie Richthofens.

eines heftigen sibirischen Buran (Schneesturm) der in's Innere der Gobi bis zum Gebirge Churchu und vielleicht weiter drang.

Ueber den weiteren Verlauf der Reise heißt es: »Sobald kein Schnee mehr auf dem Boden lag, wurde es wärmer, denn der Boden wurde von der Sonne erwärmt.«¹⁾

In der im Winter feuchteren Aralo-Kaspi-Gegend ist eine Schneedecke häufiger, nördlich von 45° N mag sie sogar einige Wochen dauern, und die furchtbare Kälte im December 1839, welche die russische Expedition gegen Chiwa zum Rückzuge zwang, war noch auf dem Ust-Urt Plateau (45° N.) von Schnee begleitet. Auch weiter südlich, selbst noch in Merw (37° N.) liegt noch zuweilen Schnee.

Nach mündlichen Mittheilungen des Ingenieurs Poklewsky-Kosell war in Merw die Kälte im Februar 1886 (Mitteltemperatur unter -4°, Minimum unter -26°) von Schnee begleitet.

Am Amu-Darja unter 41—43° N. scheint eine Schneelage nicht häufiger zu sein, als bei Merw, wegen der großen Armuth an Niederschlägen überhaupt, jedoch auch dort kommt eine Schneelage von einigen Tagen vor.

Das Jahr 1877 liefert in dieser Gegend zwei Beispiele von intensiver Kälte, und zwar im Januar mit einer Schneelage auf dem Boden, im December ohne eine solche.

In Petroalexandrowsk am Amu-Darja fielen am 25. und 26. Januar 7.3 mm Niederschlag als Schnee, bei Temperaturen bedeutend unter 0°. Der Boden war bis zu Ende Januar mit einer dünnen Schneelage bedeckt. Nachdem sank die Temperatur am Morgen des 29. Januar auf -25.5°, des 30. auf -26.5°. Die Winde waren NE, aber nicht stark, den 26.—28. Januar nicht über 7 m pro Secunde, den 29. Januar nur 4 m.

Nördlich und nordöstlich, in den Kirgisensteppen und dem südlichen Theile von Westsibirien war es diese Tage nur wenig kälter, so von 1—4° in Omsk und Irgis und sogar etwas wärmer in Semipalatinsk am Irtysch unter 50½° N. Br. Nirgends in einem Umkreise vom 1500 Kilometer von Petroalexandrowsk war am 28.—30. Januar die Temperatur niedriger als -35°. Die Abkühlung in dem letzteren Orte war erheblich für die Breite (41½° N.) und musste in großem Maße an Ort und Stelle geschehen sein.

Am 16. December 1877 sank am selben Orte die Temperatur auf -31.0°, am 19. December auf -31.1°. Auf dem Boden lag kein Schnee. Die Kälte wurde durch Winde gebracht, welche NE und stark waren. Am 14. December Stärke 9 m pro Secunde, am 15. 8—10 m, vom 16. bis zum 18. 6—8 m. In Nukuss, einen Grad nördlicher, wo die Windfahne besser aufgestellt war, wurde am Abend des 13. NNE 9, den 14. ENE und NE 10 bis 12, am 15. NE und NNE 10 bis 14 m pr. Sekunde beobachtet.

Nördlich und nordöstlich von der Amu-Darja waren die Temperaturen außerordentlich niedrig. Der December 1877 war der kälteste in der 50jährigen Reihe von Barnaul in Westsibirien. Hier (53½° N., 83° E.) war die Temperatur am Morgen des 14. -45.9°, den 15. -51.9°, am Abend -48.2°, am Morgen des 16. -50.6°.

In Tomsk (56½° N, 85° E) wurde am Morgen beobachtet am 13. December -50.2°, am 14. -49.0°.

In Semipalatinsk (50½° N, 80° E) am Abend des 13. December -44.0°, am Morgen des 14. -45.6°, des 15. -49.9°, des 16. -49.4°.

¹⁾ Vierte Reise nach Centralasien, S. 105, St. Petersburg 1888. (Russ.)

In Akmollinsk ($51\frac{1}{4}^{\circ}$ N, $71\frac{1}{2}^{\circ}$ E) am Morgen des 13. December -40.0° , des 14. -43.4° , des 15. -43.4° , des 16. -45.7° .

Die Kälte war also nördlich vom Amu-Darja viel intensiver als im Januar 1877, um $15-20^{\circ}$. Im Januar war es in Petroalexandrowsk nahezu so kalt, wie etwa in 1000 Kilometer und mehr im Norden und Nordosten, im December aber war es z. B. am Morgen des 16. um 18° wärmer als am vorhergehenden Tage in Semipalatinsk.

Es ist wohl keine andere Erklärung des Sachverhaltes möglich, als dass im Januar 1877 die Kälte am Amu-Darja in bedeutendem Maße von der Ausstrahlung an Ort und Stelle herrührte, begünstigt durch die Schneedecke, im December aber, als die Schneedecke fehlte, die Kälte direct durch Winde von Nord und Nordost gebracht wurde, wobei sich die Luft auf 1000 Kilometer um etwa $15-20^{\circ}$ erwärmte.