

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Der Einfluß der Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter**

**Woeikoff, Alexander J...**

**Wien, 1889**

Zweites Capitel. Einfluss einer Schneedecke auf die Lufttemperatur

## ZWEITES CAPITEL.

---

### Einfluss einer Schneedecke auf die Lufttemperatur.

Unterscheidung der Wirkungen bei Temperaturen über und unter  $0^{\circ}$ . Wirkung der Schneeschmelze bei ersteren. Ursache der niedrigen Temperatur der Oberfläche des Schnees bei Temperaturen unter  $0^{\circ}$ . Abkühlung der unteren Luftschichten. Solange Schnee liegt, ist sie in den unteren Schichten am bedeutendsten. Beobachtungen in Pulkowa. Wie ist der Einfluss einer Schneedecke auf die Lufttemperatur zu beweisen. Der Winter 1877—78 in Ostrussland. Schneemangel bis Anfang Januar. Dauernde Anticyclone. Kleine Bewölkung. Abwesenheit niedriger Temperaturen. Niedrigere bei Moskau, wo Schnee lag. Vergleich zweier fünftägiger Mittel im December und Januar. Niedrigere Temperatur des letzteren bei größerer Bewölkung. Einfluss der Feuchtigkeit des Bodens. Strenge Kälte in Transkaukasien und Centralasien Januar 1883, in ersterem März 1874. Einfluss der Schneedecke. Die Verhältnisse des December 1879 in Central-Europa. Vergleich mit Januar 1882. Puy de Dôme und Clermont. Dr. Assmann über den Einfluss einer Schneedecke in Mittel-Deutschland.

Im vorigen Capitel wurden die Temperaturen im Schnee und auf dem Schnee betrachtet, ebenso auch die Bodentemperaturen unter Schnee und ohne Schnee. Letzterer kam also vorzüglich als schlechter Wärmeleiter in Betracht. Jetzt gehe ich zu dessen Einfluss auf die Lufttemperatur über.

Hier müssen zwei Hauptfälle unterschieden werden, nämlich Temperaturen über und unter  $0^{\circ}$ .

Bei der ersteren ist es selbstverständlich, dass eine Schneelage abkühlend wirken muss, weil ein grosser Theil der Wärme auf die mechanische Arbeit der Schneeschmelze verwendet wird. Keiner leugnet dies. Doch es ist eine der Wahrheiten, die anerkannt werden, ohne dass davon viel Gebrauch gemacht wird. So ist es möglich, dass dickbändige Abhandlungen über die Temperatur von Ländern mit einer regelmäßigen Schneelage geschrieben werden, ohne des abkühlenden Einflusses der Schneeschmelze zu erwähnen.

Jedoch die abkühlende Wirkung einer Schneelage auf die Lufttemperatur wird nicht allein durch die Schneeschmelze erzeugt. Auch bei Temperaturen weit unter  $0^{\circ}$  ist sie vorhanden. Sie hängt von der Struktur und der Farbe des Schnees ab.

Von der Oberfläche des Schnees wird etwa  $\frac{1}{6}$  der von ihm erhaltenen Sonnenstrahlen reflectiert, von der Oberfläche des nicht schneebedeckten Erdbodens nur  $\frac{1}{30}$ .<sup>1)</sup> Die Oberfläche des Schnees kann sich

---

<sup>1)</sup> Dr. W. Zencker, „Die Vertheilung der Wärme an der Erdoberfläche.“ S. 63. Berlin 1888.

also auch dann, wenn die Wärme nicht zur Schmelze verwandt wird, viel weniger erwärmen durch die Sonnenstrahlen als die Oberfläche des Bodens. Da im Winter die Luft sehr diatherman ist, weil arm an den Substanzen, welche besonders viel Wärme zurückhalten — Wasserdampf und Staub — so wird die vom Schnee reflectierte Wärme die Luft auch wenig erwärmen. In der Nacht strahlt der Schnee, wegen seiner Struktur mehr Wärme aus als der Boden.

Die Oberfläche des Schnees muss also unter sonst gleichen Verhältnissen kälter sein, als die Oberfläche nicht schneebedeckten Bodens, was durch die Beobachtungen von Sagastyr (S. 6) bestätigt wird. Die Eigenschaften des Schnees als schlechten Wärmeleiters sind auch wichtig in dieser Hinsicht, um die Kälte auf die Oberfläche zu concentriren.

Am meisten ähnlich dem Schnee ist in diesen Hinsichten trockener Sand, als ein Körper, der viel Wärme ausstrahlt und als schlechter Wärmeleiter sich an der Oberfläche sehr stark abkühlen kann. Jedoch Sand erwärmt sich auch rasch und bis zu sehr hohen Temperaturen unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen, ist also in dieser Hinsicht von dem Schnee sehr verschieden.

Die niedrige Temperatur der Oberfläche des Schnees wird der unteren Luftschicht durch Leitung mitgetheilt, und da der Schnee als beständige Kältequelle wirkt, so muss, solange er liegt, eine beständige Tendenz zu einer niedrigeren Temperatur der unteren Luftschicht als der unmittelbar über ihr liegenden vorhanden sein. Diese sogenannten Inversionen der Temperatur sind besonders bei Anticyclonen mit heiteren Calmen sehr scharf ausgeprägt. Ich citiere einen Fall, welcher, soviel ich weiß, noch nicht im Drucke erwähnt worden ist.

Ich verdanke die Nachricht einer gefälligen Mittheilung von Prof. Hildebrandsson in Upsala. Sein Assistent, Herr Juchlin, machte am 22. Februar 1888 um 10 $\frac{1}{2}$  a. m. Beobachtungen in verschiedenen Höhen über dem Boden.<sup>1)</sup>

An der Oberfläche des Schnees	—22.9
Luft, Höhe über den Boden 0.01 m	—22.9
0.5 m	—18.7
1.5 m	—18.0
3.5 m	—15.9
4.8 m	—14.9
6.8 m	—14.4

Wenn diese Erscheinung bei Anticyclonen ganz besonders intensiv auftritt, so fehlt sie auch meistens bei anderer Wetterlage nicht. Die Ursache, warum sie z. B. auch bei trübem Himmel und warmen Winden auftritt, ist folgende.

Die Windstärke wächst, wie bekannt, in den untersten Luftschichten sehr rasch nach oben, wegen der Reibung an der Erdoberfläche; wenn die Erde mit Schnee bedeckt ist, so ist es dessen Oberfläche, an welcher die Reibung stattfindet. Die warme Luft findet also ein größeres Hindernis an der Oberfläche des Schnees als höher, es kann sich also die Luft in den untersten Luftschichten weniger erwärmen.

Während zwei Jahren wurden in Pulkowa bei Petersburg Beobachtungen an drei Thermometern in verschiedener Höhe über dem Boden

<sup>1)</sup> Die Aufstellung der Instrumente war dieselbe, wie bei den bekannten Beobachtungen von Prof. Hamberg, welche in seiner Schrift: „La temperature et l'humidité de l'air à différentes hauteurs à Upsal en 1875“ erwähnt sind. Auszug Zeitschr. Met. 1877, S. 105.

gemacht. Das unterste Thermometer war in einer Höhe von 1·9 *m*, das oberste in 26·3 *m* über dem Boden aufgestellt.

Leider wurde in den Monaten November bis April nur um 1 p. m. beobachtet.

Ich gebe unten die mittlere Differenz der beiden Thermometer um 1 p. m., und zwar unter  $\Delta t$  das allgemeine Mittel, unter  $\Delta t_1$  das Mittel bei klarem Himmel (Bewölkung 0–4), in Hundertel Graden Celsius. Ohne Zeichen oben wärmer, — oben kälter als unten.

Monate	$\Delta t$	$\Delta t_1$	Monate	$\Delta t$	$\Delta t_1$
November . . .	–05	09	Mai . . . . .	–53	–76
Dec.-Jan. . . .	10	71	Juni-Juli . . .	–47	–53
Februar . . . .	18	49	August . . . .	–41	–38
März . . . . .	27	46	September . . .	–38	–49
April . . . . .	–20	–23	October . . . .	–22	–19
Mittel			Mittel		
Dec.-März . . .	16	59	Mai-Sept. . . .	–45	–54

In den 4 Monaten, wo Schnee auf dem Boden liegt, ist es oben im Mittel wärmer, besonders bei kleiner Bewölkung, im November, wenn nur kurze Zeit Schnee liegt, ist die Temperatur oben und unten ziemlich gleich, im April und October unten um etwa 0·2° wärmer.

Dass nicht allein die sehr geringe Quantität Sonnenwärme, welche im Winter in Petersburg erhalten wird, diese Zunahme der Temperatur nach oben bewirkt, ist schon aus dem Vergleiche von März mit October zu sehen. Im März gibt die Sonne mehr Wärme als im October und doch ist es unten kälter, im October wärmer.

Dies kann auch durch die Beobachtungen in Kew bei London bewiesen werden. Hier war die mittlere Differenz der Maxima zwischen dem unteren Thermometer in 6·4 *m* Abstand vom Boden und dem oberen in 39·9 *m* Höhe von December bis März –33, d. h. kälter oben als unten.<sup>1)</sup>

In Kew liegt Schnee selten auf dem Boden, eine Dauer der Schneedecke von 10–14 Tagen ist ganz außerordentlich.

Durch diese Beispiele ist der Einfluss einer Schneedecke auf die Abkühlung der unteren Luftschicht im Verhältnis zu den darüber lagernden erwiesen.

Ich bemerke noch, dass die beiden Winter, während welcher die betreffenden Beobachtungen in Pulkowa gemacht wurden, namentlich der letzte, bedeutend wärmer als das Mittel waren, und dass lang andauernde Anticyclonen mit heiteren Calmen gar nicht vorkamen, so dass die Differenz der Lufttemperatur zwischen der unteren Schicht und der höheren kleiner ausfiel, als sie in normalen Wintern gefunden worden wäre.

Wegen der häufigen Thauwetter, theilweise mit Regen, musste auch der Schnee sich theilweise in Firm verwandelt haben, und also ein schlechterer Wärmestrahler geworden sein.

Da die untere Luftschicht von der Temperatur der oberen Schicht des Festen, sei es Boden oder Schnee, sehr stark beeinflusst wird, und da die Oberfläche des Schnees gewöhnlich kälter ist als diejenige des nicht mit Schnee bedeckten Bodens, da die Schneeschmelze viel Wärme

<sup>1)</sup> Die Beobachtungen in Pulkowa sind in extenso gedruckt in dem Repertorium für Meteorologie der Petersburger Akademie, Band V. Die Mittel der Beobachtungen in Kew in Quarterly Weather Report, 1876, Appendice III, herausgegeben von dem Londoner Meteorological Office.

absorbiert und, bis sie zu Ende ist, die Oberfläche sich nicht über  $0^{\circ}$  erwärmen kann, so ist es klar, dass eine Schneedecke auf die Temperatur der Luft abkühlend wirken muss. Unter sonst gleichen Verhältnissen muss also die Luft über Schnee kälter sein, als über nicht mit Schnee bedecktem Boden.

Es kann wohl gefragt werden: ist dieser Einfluss groß genug, um leicht bewiesen zu werden?

Es ist jedenfalls möglich, und die Schwierigkeit des Beweises liegt nicht in der unbedeutenden Größe des Einflusses einer Schneelage, sondern in dem Mangel an Beobachtungen über Schneebedeckung. Wo diese nicht besonders registriert wird, ist es nach den gewöhnlichen Beobachtungen von Stationen 2. Klasse zuweilen möglich, über die Zeit der Schneebedeckung und Schneeschmelze ziemlich sicher zu urtheilen, zuweilen nicht.

Nicht selten fällt der erste dauernde Schnee bei so starkem Winde, dass er aus dem Regenschirm herausgeweht wird, während er den Boden deckt.

Noch schwieriger ist es, über die Zeit der Schneeschmelze sicher zu sein, denn außer dem Einflusse der Sonnenstrahlen, der Lufttemperatur über  $0^{\circ}$  und des Regens ist es wichtig zu wissen, wie viel Schnee vorhanden war. Namentlich wenn sich die Temperatur lange nur wenig über  $0^{\circ}$  hält, ist die Unsicherheit groß.

Für sehr große Theile z. B. des russischen Reiches ist die Schneebedeckung Regel im Winter, aber gerade für solche Gegenden fehlt die Möglichkeit des Vergleiches. Es können dann verschiedene Jahre am selben Orte nicht verglichen werden, auch nicht benachbarte Orte, weil die Schneedecke sehr ausgedehnt ist.

Der Süden und Westen Russlands würden bessere Bedingungen für den Vergleich liefern, denn hier ist bald Schnee im Winter vorhanden, bald mangelt er. Jedoch hier haben wir nur zweijährige Beobachtungen über die Schneebedeckung in Jelissawetgrad und diese Periode ist zu kurz zu einem Vergleiche der Verhältnisse an demselben Orte.

Die Verhältnisse des December 1877 und Januar 1878 boten eine ausgezeichnete Gelegenheit für die von mir beabsichtigte Prüfung. Bis zum 9. Januar lag kein Schnee in einem großen Theile Ostrusslands, die Gouvernements Nischny-Nowgorod, Kasan, Simbirsk, Samara, Saratow, Pensa und den westlichen Theil von Tambow umfassend.

Westlich von dieser Region in den Gouvernements Moskau, Rjasan, Woronesch, Tula etc. fiel in der Mitte December genügend Schnee.

Aus den gedruckten Beobachtungen lassen sich folgende Nachrichten über den Schnee in dieser Periode excerpiieren. Die Höhe der Stationen über Meeresniveau ist zwischen 90 und 200 *m*, nur Kasan liegt etwas niedriger.

Gorki,  $54^{\circ} 17' N.$   $30^{\circ} 59' E.$  Vor dem 14. December lag kein Schnee. die Temperatur war vielfach über  $0^{\circ}$ . Am 14. und 15. December fielen 4.4 *mm* Wasser als Schnee, <sup>1)</sup> am 24. bis 28. noch 15 *mm*, so dass am Ende des Monats genügend Schnee lag. Die Temperatur war seit der Mitte des Monats unter  $0^{\circ}$ , wie auch an den vier nächstfolgenden Stationen.

Rschew,  $56^{\circ} 16' N.$   $34^{\circ} 20' E.$  Am 14. und 15. December fielen 6.7 *mm* Schnee bei starkem Winde, so dass jedenfalls viel aus dem

<sup>1)</sup> Es ist hier und auf den folgenden Seiten immer die Höhe des aus dem Schnee geschmolzenen Wassers gemeint.

Regenmesser herausgeweht wurde. Später fiel noch Schnee, und zwar 9.4 *mm* am 29.

Moskau, 55° 46' N. 37° 40' E. Am 15. bis 18. December fielen 16.1 *mm* Schnee, theilweise bei starken Winden, so dass die wirkliche Quantität größer war und er den Boden bedeckte. Dann fiel noch Schnee im Ganzen im December bei Frost 41.8 *mm*.

Gulyнки, Gouvernement Rjäsan, 54° 14' N. 40° E. Vor dem 15. December lag kein Schnee, am 15. fielen 3.9 *mm*, bei sehr starkem Winde (Süd 4), so dass jedenfalls die wirkliche Quantität größer war und den Boden deckte, wenn auch nicht gleichmäßig. An den zwei folgenden Tagen steht Schneefall im Tagebuche, jedoch im Regenmesser war kein Schnee zu finden, denn die starken Winde dauerten fort. Nach mündlichen Mittheilungen war schon seit dem 15. eine Schlittenbahn vorhanden. Zwischen dem 6. und 10. Januar fielen noch 4.2 *mm* Schnee, theilweise auch mit starken Winden.

Woronesch, 51° 40' N. 39° 13' E. Zwischen dem 16. und 18. December fielen 22.3 *mm* Schnee, bei ziemlich starken Winden (5—9) jedoch hier wird der Regenmesser wohl die wirkliche Menge angezeigt haben, denn er ist sehr gut gegen Winde durch Bäume geschützt. Später fiel noch Schnee, im Ganzen im December bei Frost 50.6 *mm*.

Pensa, 53° 11' N. 45° 1' E. Dr. Cholmskiy bemerkt, es sei im December gar kein Schnee niedergefallen, noch auf dem Boden gewesen. In der Nacht zum 6. Januar fiel Schnee und blieb auf dem Boden. In dem zweiten Drittel des Januars fiel oft Schnee. Am 18. Januar war jedenfalls genügend Schnee vorhanden.

Krotkowo, Gouvernement Simbirsk, 53° 47' N. 48° 34' E. Im November fiel 1 *mm* Schnee, verschwand aber während des Thauwetters. Im December fiel kein Schnee. Für den Januar sind die Beobachtungen nicht in extenso gedruckt, jedoch es ist sicher, dass auch hier, wie im ganzen Gouvernement Simbirsk, im Anfang Januar Schnee fiel.

Simbirsk, 54° 19' N. 48° 24' E. Der unbedeutende im November gefallene Schnee schmolz in demselben Monate. Am 12. bis 14. December fiel 0.9 *mm* Schnee bei schwachen Winden. Zwischen dem 6. bis 14. Januar fiel 6.1 *mm* Schnee mit starken Winden, so dass die wirkliche Quantität jedenfalls größer war. Von dem Beobachter Dr. Kosakewitsch und Anderen wurde der 9. Januar als Anfang der Schlittenbahnen bezeichnet.

Kasan, 55° 47' N. 49° 8' E. Den ganzen December war kein Schnee weder gefallen, noch früher am Boden vorhanden, zwischen dem 6. bis 11. Januar fielen 12.7 *mm* Schnee.

Nischny-Nowgorod 56° 20' N. 44° E. Während des Decembers fielen nur 0.7 *mm* Schnee. Die Beobachtungen des Januar sind nicht in extenso gedruckt. Im Januar fielen 32.6 *mm* Schnee, davon am 11. Januar 13.8 *mm*.

Aus diesen Nachrichten ist zu sehen, dass 1) bis zur Mitte December in der ganzen Region kein Schnee war; 2) dass vom 14. oder 15. December an der Schnee in den Meridianen von Moskau und 3° bis 4° östlich davon den Boden bis südlich vom 52° N deckte; 3) dass östlich davon der ganze December schneelos war; 4) dass auch in diesen Gegenden Anfang Januar Schnee fiel, so dass die ganze betrachtete Gegend am Ende Januar Schnee hatte.

Dass Schneelosigkeit bis in den Januar selten ist, kann aus den Beobachtungen in Mochowoje, Gouvernement Tula gesehen werden (Kapitel VI.) Hier ist der Winter bedeutend wärmer, als in dem oben-

wähnten Theile Ostrusslands und doch war unter den 32 Jahren der Beobachtung nur ein Winter (1869—70), wo die Schneebedeckung erst am 3. Januar anfang, sonst nicht später als am 23. December.

Diese Schneelosigkeit bis in die Mitte des Winters war nicht etwa durch warme südliche Winde bewirkt, im Gegentheile, die Witterung war im hohen Grade anticyclonisch von der Mitte October an, und im December war der Luftdruck so hoch, wie er wohl kaum einmal in einem Jahrhundert sein wird. Er betrug mit Reduction auf das Meeresniveau in

	Mittel	Maximum
Kasan	780.9	795.2
Simbirsk	781.7	796.1
Krotkowo	781.7	796.0

also ein Decemberrmittel höher als das langjährige Mittel des December in Ostsibirien.

Ich besuchte die bezeichnete Gegend Ende December 1877, und fuhr per Eisenbahn von Moskau nach Sysran und von dort auf dem Landwege nach Simbirsk. Von einer Schlittenbahn war keine Rede, nur hie und da fanden sich unbedeutende dünne Schneeflecken.

Unten gebe ich die Mittel ( $t$ ) und Minima ( $t_{mn}$ ) der Temperatur des December, und deren Differenz ( $\Delta t$  und  $\Delta t_{mn}$ ) gegen die langjährigen Mittel, und die mittlere Bewölkung ( $n$ ). Die Minima sind aus den Beobachtungen um 7 a. m., 1 und 9 p. m. in Pensa 7 a. m. 3 und 11 p. m. ohne Minima-Thermometer. Die Differenz der Minima ist bei folgenden Stationen auf langjährige Beobachtungen von Nachbarorten bezogen: Riga auf Mitau, Gulyнки auf Moskau, Woronesch auf Kursk und Tambow, Simbirsk auf Kasan und Samara.

	$t$	$\Delta t$	$t_{mn}$	$\Delta t_{mn}$	$n$
Warschau	- 2.4	0.5	-15.5	- 1.0	8.1
Mitau	- 2.8	0.3	-14.8	- 0.7	8.8
Gorki	- 6.3	0.1	-20.8		7.2
Rschew	- 8.3	3.4	-21.9		
Moskau	-11.5	- 3.4	-21.7	- 1.2	6.9
Gulyнки	-11.9	- 4.0	-26.5	- 3.8	4.7
Woronesch	- 9.3	- 2.0	-27.3	- 4.1	5.5
Pensa	-10.3	- 2.7	-20.0		1.9
Krotkowo	-13.7		-25.4		2.4
Simbirsk	-13.6	- 2.4	-22.6	- 3.8	3.1
Nischny-Nowgorod	- 9.4	- 0.8	-17.7		4.5
Kasan	-13.1	- 1.2	-20.9	- 7.4	2.0
Akmollinsk	-23.1		-42.0		3.7
Semipalatinsk	-26.8	-12.1	-49.9		5.1
Barnaul	-27.2	-11.7	-51.9	-13.8	5.2

Die Vertheilung der Temperatur im December 1877 war eine solche, dass es in Westsibirien außerordentlich kalt war. Der December 1877 ist der kälteste in der 50jährigen Periode der Beobachtungen in Barnaul, am nächsten kommt der December 1860, welcher doch um 2.5 wärmer war.

Nach Westen war die Temperatur nicht nur absolut, sondern auch relativ wärmer, so dass sie im westlichen Russland und Polen wärmer war, als das Mittel.

Jedoch die Gegend Centralrusslands, wo in der Mitte December genügend Schnee gefallen war und die schneelose Region in Ostrussland machten eine Ausnahme, erstere war etwas kälter, letztere wärmer als

nach der allgemeinen Lage zu erwarten wäre. So ist Nischny-Nowgorod sogar wärmer als Moskau, auch Kasan hat eine kleinere negative Abweichung als Moskau, ebenso wie Simbirsk eine kleinere als Gulyнки.

Diese minder niedrige Temperatur des schneelosen Gebietes ist um so bemerkenswerther, als die Bewölkung sehr klein war, und es ist bekannt, wie sehr ein wolkenloser Himmel der Ausstrahlung, also einer niedrigen Temperatur im Winter in diesen Breiten günstig ist.

Die Verhältnisse werden noch besser erkannt bei Vergleich zweier fünftägiger Perioden, derjenigen des 19. bis 23. December 1877, während welcher im Meridian von Moskau und etwa 3° bis 4° östlich davon Schnee lag, im Osten aber nicht, und derjenigen des 18. bis 22. Januar 1878, als in der ganzen betrachteten Region Schnee lag. In der folgenden Tabelle bedeutet  $t$  die Mitteltemperatur,  $t_{mn}$  das absolute Minimum des fünftägigen Mittels,  $n$  die mittlere Bewölkung,  $v$  die Richtung und Stärke des Windes. (Siehe Tabelle S. 22.)

Schon von Anfang December war die Temperatur in Ostrussland beständig unter 0° gewesen, und während dieser Tage war eine Anticyclone in der Gegend oder sehr nahe, was auch aus den vorwaltenden Calmen, namentlich in Pensa und Kasan, und den schwachen, theilweise veränderlichen Luftzügen zu sehen ist.

Der Himmel war vom 19. bis 23. December die ganze Zeit fast klar, und auch schon vorher die Bewölkung gering. Eine solche Witterung ist in diesen Breiten und soweit im Innern des Continentes sehr günstig für eine bedeutende Abkühlung an Ort und Stelle. Und doch war die Temperatur, wenn auch niedriger als das Mittel, doch bei Weitem nicht so niedrig, als man erwarten sollte.

Die Minima waren sogar höher als die mittleren Minima des December, ja in Pensa war das Minimum des December, welches in die betrachtete Periode fiel, ebenso hoch als das mittlere Minimum des December in Lugan, welches unter 48° N und 39° E liegt.

In Centralrussland (Moskau, Gulyнки etc.) war es zu derselben Zeit bedeutend kälter, trotzdem die Bewölkung, wenigstens in Moskau, größer war, und Südwinde mittlerer Stärke vorwalteten.

Am Besten zeigt dies eine Vergleichung von Moskau und Kasan, welche in derselben Breite gelegen sind. Letzteres hatte eine um 2.5° höhere mittlere Temperatur und ein um 1.8 höheres Minimum als Moskau. Im langjährigen Mittel ist aber die Temperatur im December 3.9° niedriger in Kasan als in Moskau, das mittlere Minimum in Kasan mehr als 4° niedriger. Woronesch war um 2.5° kälter als das 1° nördlicher und weit östlicher gelegene Pensa, und hatte ein 7.3° tieferes Minimum.

Ich kann keine andere Ursache für die relativ unbedeutende Erkaltung Ostrusslands und die große Erkaltung Centralrusslands finden, als die Schneelosigkeit in ersterer Region und die vorhandene Schneelage in der zweiten.

In Ostrussland wurde die Erkaltung der Oberfläche des Bodens und der unteren Luftschicht noch durch folgende zwei Umstände gemäßigt. 1) Waren der September und Anfang October sehr regenreich, der Boden war also feucht. Darum wurde die Strahlung mehr auf Eisbildung im Boden, als auf Abkühlung dessen Oberfläche verwandt. Wirklich war diesen Winter der Boden außerordentlich tief gefroren. 2) Während des Frostes ohne Schnee entstanden tiefe Risse in dem Boden, wohin die kalte Luft natürlich sank und sich schnell erwärmte. Dies milderte jedenfalls die Kälte der unteren Luftschicht.

## Tägliche Mittel.

Datum	Moskau			Gulyнки			Woronesch			
	t	n	v	t	n	v	t	n	v	
Dec. 1877.	19	-18.3	7	SSE4	-18.0	2	S1	-16.3	3	SE6
	20	-20.6	2	S3	-19.9	1	0	-15.1	0	E6
	21	-20.4	3	S3	-22.2	0	<sup>2)</sup> 0	-15.0	0	E5
	22	-19.3	0	S3	-22.4	1	<sup>3)</sup> 0	-18.0	0	NE2
	23	-16.5	4	S3	-21.0	0	S1	-18.2	0	E2
	24	-15.2	7	SSW5	-15.2	3	S7	-11.6	7	SE6
Jan. 1878	18	-18.4	3	NNW3	-24.0	3	0	-17.8	2	NW3
	19	-16.1	10	S3	-21.1	1	SW1	-20.3	5	S6
	20	- 9.7	10	NNW3	-18.7	7	S2	-15.2	6	S2
	21	-12.4	8	S4	-17.4	3	S3	-22.4	0	SSE3
	22	-11.5	10	SS	-19.2	10	SS	-18.6	3	S4

Datum	Pensa			Simbirsk			Kasan			
	t	n	v	t	n	v	t	n	v	
Dec. 1877.	19	-15.3	0	<sup>1)</sup> 0	-18.1	1	ESE1	-17.3	1	0
	20	-13.6	0	0	-18.6	0	0	-18.7	4	0
	21	-14.6	0	0	-18.7	1	WNW1	-17.9	3	0
	22	-15.9	0	0	-18.1	0	WSW1	-17.1	0	0
	23	-15.3	0	0	-16.6	1	WSW2	-12.1	4	W1
	24	-13.9	0	0	-16.4	2	0	-15.1	5	0
Jan. 1888.	18	-22.6	3	SW1	-25.3	2	SW2	-19.4	8	0
	19	-25.3	0	<sup>0<sup>b</sup>)</sup>	-27.8	3	W2	-29.0	2	0
	20	-19.5	7	<sup>0<sup>b</sup>)</sup>	-20.8	6	WSW3	-19.9	10	S1
	21	-23.2	3	<sup>0<sup>b</sup>)</sup>	-24.6	3	W1	-21.0	7	SSE1
	22	-21.5	2	<sup>0<sup>b</sup>)</sup>	-23.0	0	S, SE1	-23.0	1	S2

Datum	Gorki			Nischny-Nowgorod			Krotkowo			
	t	n	v	t	n	v	t	n	v	
Dec. 1877.	19	-11.2	10	SE4	-15.3	6	S5	-18.2	0	NW1
	20	-16.9	6	SE2	-13.8	5	S2	-18.9	0	NW1
	21	-17.1	0	S3	-12.6	6	SSW2	-19.0	0	NW1
	22	-17.1	0	SE3	-12.0	1	WSW6	-19.6	0	NW1
	23	-16.5	0	SW4	-11.6	1	SW7	-18.6	0	NW1
	24	-10.9	3	SE3	-11.3	1	S5	-18.7	1	NNW1

## Fünftägige Mittel.

	19.—23. December 1877.				18.—22. Januar 1878.			
	t	t mn	n	v	t	t mn	n	v
Gorki	-15.8	-20.8	3.2	SE3				
Moskau	-19.1	-22.7	3.2	S3	-13.6	-21.8	8.2	S4
Gulyнки	-20.6	-26.5	0.8	S1	-20.1	-27.0	4.2	S2
Woronesch	-17.5	-27.3	0.6	E4	-18.9	-28.3	3.2	S4
Pensa	-14.9	-20.0	0	0	-22.4	-30.0	3.0	SW1
Krotkowo	-18.9	-25.4	0	NW1	<sup>4)</sup>	-34.9	<sup>4)</sup>	<sup>4)</sup>
Simbirsk	-18.0	-22.6	0.6	W1	-24.3	-30.0	3.6	SW2
Nischny-Nowg	-13.1	-17.0	3.8	SW4	<sup>4)</sup>	-22.5	<sup>4)</sup>	<sup>4)</sup>
Kasan	-16.6	-20.9	2.4	0	-22.6	-30.9	5.6	S1

1) 0 Windstille.

2) Um 1 p. m. WSW2; 7 a. m. und 9 p. m. 0.

3) Um 1 p. m. SW2; 7 a. m. und 9 p. m. 0.

4) Januar 1878, nur Monatsmittel und Extreme gedruckt.

5) Um 3 p. m. S u. SW1; 7 a. m. 11 p. m. 0.

Ich bin sicher, dass wenn so lang andauernde, der Strahlung günstige Verhältnisse mit dem Vorhandensein einer Schneelage verbunden wären, die Mitteltemperatur der betreffenden Periode bis auf  $-30^{\circ}$  und das Minimum bis auf  $-40^{\circ}$  gesunken wäre in den Thälern der Gouvernements Kasan und Simbirsk, denn so lang andauernde günstige Strahlungsverhältnisse dürften sich schwerlich ein zweites Mal in einem Jahrhundert finden. In dem im Mittel viel wärmeren Moskau ist während 50 Jahren das Thermometer zweimal unter  $-40^{\circ}$  gesunken, im December 1835 und Januar 1868. In letzterem Monate hatten 4 Tage hinter einander eine Mitteltemperatur unter  $-31.5^{\circ}$  und das fünftägige Mittel des 25. bis 29. Januar betrug  $-32.8^{\circ}$ .

Ganz anders waren die Verhältnisse in der citierten fünftägigen Periode des Januar 1878. Moskau ist nicht streng vergleichbar, denn die Bewölkung war groß.

Gulyнки und Simbirsk lassen sich aber vergleichen, denn die Bewölkung war nahezu gleich groß, ebenso auch die Windstärke. Simbirsk war um 4.2 kälter im Mittel als Gulyнки, das Minimum 3.0 niedriger. Da an beiden Orten eine Schneedecke vorhanden war, so war Simbirsk, wie zu erwarten, bedeutend kälter. Ebenso war auch Pensa kälter als Woronesch.

Noch interessanter ist der Vergleich der beiden fünftägigen Mittel in Ostrussland selbst.

Im Januar waren die Verhältnisse einer Erkaltung viel weniger günstig, denn die Bewölkung war um 3.0 bis 3.2 größer und die Winde etwas stärker, und zwar aus Süd. Und doch war das Mittel der Januarperiode in Kasan und Simbirsk  $4^{\circ}$ , in Pensa sogar  $7.5^{\circ}$  kälter als die Decemberperiode. Noch niedriger sind die Minima in Pensa, Kasan und Krotkowo  $9^{\circ}$  bis  $10^{\circ}$  niedriger als im December, in Simbirsk  $7.4^{\circ}$  <sup>1)</sup>.

Wenn im östlichen Russland schneelose Zeiten im Winter selten sind, so ist in südlicheren Breiten des russischen Reiches, Transkaukasien und Centralasien (ausserhalb der Gebirge und Plateaus) das Gegentheil der Fall. Wenn auch Schneefall hier nahezu jeden Winter vorkommt, so bleibt der Schnee meistens nicht liegen.

Ich habe doch einige Fälle gefunden, wo Letzteres geschah, so im Januar 1883.

Bis zu der Zeit war nach den langjährigen Beobachtungen in Tiflis keine niedrigere Temperatur als  $-17.2^{\circ}$  notiert. Am 19. Januar 1883 beobachtete man um 9 p. m.  $-18.1^{\circ}$ , am 20. Januar um 7 a. m.  $-19.1^{\circ}$ , um 1 p. m.  $-10.1^{\circ}$ , um 9 p. m.  $-22.2^{\circ}$ , also  $5^{\circ}$  niedriger als je zuvor. Den ganzen Tag war Windstille. Das mittlere Minimum des Januar ist  $-10^{\circ}$ .

Der Boden war mit Schnee bedeckt, wie mir aus mündlichen Mittheilungen bekannt ist. Dies ist auch aus den Beobachtungen in Tiflis zu sehen, denn am 15. fiel 2.6 mm Schnee, am Abend sank die Temperatur unter  $0^{\circ}$  und erhob sich bis zum 20. nicht darüber, am 16. bis 18. Januar fielen noch 11.6 mm Schnee. Da diese niedrige Temperatur bei Windstille und unbewölktem Himmel vorkam, so ist dem Schnee auf dem Boden ein bedeutender Einfluss zuzuschreiben. Es muss daran

<sup>1)</sup> Ich bemerke noch, dass die Lage von Simbirsk, hoch über der Wolga, niedrigen Minima ungünstig ist, die kalte Luft sinkt in das Flussthal. Nach dreijährigen correspondierenden Beobachtungen waren in dem südlich gelegenen Krotkowo die mittleren Minima des December 2.7, des Januar 3.6 niedriger als in Simbirsk.

erinnert werden, dass Tiflis von den kälteren Gegenden im Norden durch das Kaukasus-Gebirge geschützt ist, dessen mittlere Kammhöhe weit über 3000, die niedrigste Passhöhe über 2200 *m* beträgt.

Nur wenn es im Norden sehr viel kälter wäre, könnte man an Erkaltung durch nördliche Luftströmungen denken. Es müsste auf der Passhöhe eine Temperatur von  $-40^{\circ}$  geherrscht haben, um in dem Thale der Kura eine Temperatur von  $-22^{\circ}$  durch Einwirkung der kalten Luft von Norden zu ermöglichen. Die früher bestandene Station in Gudaur (etwas südlicher und niedriger als die Passhöhe) existierte 1883 nicht, jedoch eine so niedrige Temperatur auf dieser Höhe ist nicht wahrscheinlich.

In Wladikawkas am Terek, 680 *m* über dem Meeresniveau, wo der Winter viel kälter ist als in Tiflis, war die Temperatur am 19. 7 a. m.  $-23.1^{\circ}$ , 9 p. m.  $-15.7^{\circ}$ , am 20. aber höher als in Tiflis. Es war hier weniger Schnee auf dem Boden vorhanden als in Tiflis, denn der früher gefallene war Anfang Januar vollständig geschmolzen, und bei Frösten nachher nur 6.5 *mm* gefallen. In dem nördlicher ( $44^{\circ}$  N 530 *m* über dem Meeresniveau) gelegenen Pjatigorsk war es auch nicht kälter als in Tiflis, die niedrigsten Temperaturen zwischen dem 17. bis 22. Januar waren  $-22.0^{\circ}$  am Morgen des 17., und  $-20.3^{\circ}$  am Morgen des 19. Am 20. war es wärmer als in Tiflis. Hier war noch weniger Schnee auf dem Boden, der früher gefallene war Anfang Januar geschmolzen, neu gefallen bei Frösten waren nur 3.3 *mm*.

Selbst in dem weiter nördlich ( $45^{\circ}$  N etwa 550 *m* über dem Meeresniveau) gelegenen Stawropol, wo die Mitteltemperatur des Januar  $5^{\circ}$  niedriger ist als in Tiflis, war die niedrigste Temperatur dieser Tage  $-22.3^{\circ}$  am Abend des 18. Am 19. und 20. war es wärmer als in Tiflis. Dass eine Temperatur von  $-22.3^{\circ}$  für Stawropol nichts Ungewöhnliches hat, ist daraus zu sehen, dass das mittlere Minimum des Winters  $-21.6^{\circ}$  beträgt.

Viel niedriger war die Temperatur in Prischib in der Ebene am unteren Kuban, also westlich von Stawropol, und zwar am Morgen des 19.  $-29.0^{\circ}$ , des 20.  $-29.6^{\circ}$  bei schwachen N- und NE-Winden. Am 8. bis 10. Januar war hier 14.9 *mm* Schnee gefallen, bei Frost, welcher ununterbrochen bis zum 20. dauerte.

Niedrig war die Temperatur in dem südlich von Tiflis am Fusse des kleinen Kaukasus gelegenen Elissawetpol ( $40\frac{3}{4}^{\circ}$  N etwa 450 *m* über dem Meeresniveau) 7 a. m. am 20.  $-16.5^{\circ}$ . Es lag Schnee auf dem Boden, denn am 16. bis 18. war bei Frost 10 *mm* Schnee gefallen.

Im westlichen Transkaukasien war es nicht besonders kalt an diesen Tagen, obgleich Nordwinde wehten und die intensiv kalte Gegend am unteren Kuban so nahe war. In Dachowsky (Sotschi) am Schwarzen Meere unter  $43\frac{1}{2}^{\circ}$  N war die niedrigste Temperatur  $-1.2^{\circ}$  am Morgen des 20.

Es ist also klar, dass die intensive Erkaltung in Transkaukasien im Januar 1883 in bedeutendem Maße von der Strahlung an Ort und Stelle bewirkt wurde, wozu die vorhandene Schneelage viel beitrug. Im Norden der Kette im Meridian von Tiflis war es nicht kälter als in Tiflis, weil wenig Schnee lag, viel kälter aber in der Ebene am Kuban, wo mehr Schnee war.

Ich gebe noch ein Beispiel einer sehr bedeutenden Erkaltung in Transkaukasien, Anfang März 1874.

Ich theile erst die Beobachtungen über Schneefall mit.

Elissawetpol, wenig Schnee auf dem Boden, am 1. und 2. fällt 2.2 mm Schnee bei Frost. Tiflis, am 2. fallen bei Frost 22.2 mm Schnee, Kutais am Rion 42° N, 140 m über dem Meeresniveau. Am 2. und 3. fallen 24.8 mm Schnee bei Frost. Vom 2. bis zum 7. unter 0° auch um 1 p. m.

Poti am Schwarzen Meere. Am 2. und 3. fallen 0.9 mm, am 4. und 5. 13.1 m Schnee. Von 2. bis 7. unter 0° auch um 1 p. m.

Dachowsky am 2. 6.5 mm Schnee, am 3. bis 5. 11.5 mm Schnee. Alle 4 Tage den ganzen Tag Frost.

Suchum-Kale am Schwarzen Meere 43° N, am 2. 7 mm Schnee, vom 3. bis 6. 14 mm Schnee. Alle 4 Tage Frost auch um 1 p. m.

Noworossijsk am Schwarzen Meere 44<sup>3</sup>/<sub>4</sub>° N. Der Schnee schmolz im Februar, in den betreffenden Tagen fiel kein Schnee.

Podgornaja südlich vom Kuban 44<sup>1</sup>/<sub>4</sub>° N. 670 m über dem Meeresniveau. Am 1. und 2. bei starkem Winde (also wahrscheinlich viel aus dem Regenschirm weggeweht) fielen 3 mm Schnee.

Pjätigorsk. Vom 23. Februar bis zum 1. März fielen bei Frost 13 mm Schnee.

Wladikawkas. Vom 24. Februar bis zum 2. März fielen bei Frost 11 mm Schnee.

Datum	Stunde	t.	n.	v.	Datum	Stunde	t.	n.	v.
Elissawetpol.					3	7 a. m.	-15.6	0	N4
4	7 a. m.	-12.2	1	SW1	4	7 » »	-10.4	9	NE5
5	7 » »	-12.2	1	SW1	Noworossijsk.				
Tiflis.					2	7 a. m.	-18.1	2	N5
3	1 p. m.	-6.4	6	NW4	1 p. m.	-16.7	10	N5	
	9 » »	-10.0	1	NW5	9 » »	-18.0	1	N5	
4	7 a. m.	-16.2	0	0	3	7 a. m.	-19.0	3	NW4
6	7 » »	-13.4	0	0	4	7 » »	-19.4	4	NW5
7	7 » »	-12.4	0	0	5	7 » »	-18.6	3	W3
Kutais.					Podgornaja.				
3	7 a. m.	-7.7	9	W1	2	1 p. m.	-18.5	10	NE3
	9 p. m.	-6.9	10	W1	9 » »	-23.7	5	SW4	
4	7 a. m.	-10.4	7	NE1	3	7 a. m.	-29.8	4	W3
6	7 » »	-12.4	3	NE2	4	7 » »	-19.7	10	NW3
7	7 » »	-11.7	5	NE2	9 p. m.	-22.0	2	SW2	
Sotschi.					Pjätigorsk				
3	7 a. m.	-4.1	8	W7	2	7 a. m.	-22.2	10	W1
	9 p. m.	-5.3	10	NE2	1 p. m.	-19.3	8	W1	
4	7 a. m.	-8.1	10	E3	9 » »	-24.4	0	W3	
5	7 » »	-7.9	10	NE2	3	7 a. m.	-30.9	0	W2
6	7 » »	-11.5	3	NE2	1 p. m.	-17.3	3	SE2	
Suchumkale.					9 » »	-22.1	1	NE1	
2	1 p. m.	-5.8	7	NW5	4	7 a. m.	-22.3	5	E4
	9 » »	-8.6	6	NE4	5	7 » »	-22.7	0	NW2
3	7 a. m.	-7.8	6	N1	Stawropol.				
4	7 » »	-8.4	10	NE2	2	9 p. m.	-23.1	3	E3
5	7 » »	-7.5	7	NE2	3	7 a. m.	-22.5	8	NW1
6	7 » »	-8.7	3	NE3	1 p. m.	-19.0	0	NW1	
Dachowsky.					9 » »	-23.0	8	SW1	
2	7 a. m.	-7.0	10	NW7	4	7 a. m.	-25.0	0	SW3
	9 p. m.	-10.1	10	NE6	6	7 » »	-22.8	0	S5

Die Kälte Anfang März südlich wie nördlich von dem Kaukasus war ganz außerordentlich. Das mittlere Minimum des März ist -4.4° in

Tiflis,  $-1.0^{\circ}$  in Poti und  $-12.4^{\circ}$  in Stawropol. In Tiflis also war das Minimum des März 1874 um  $11.8^{\circ}$  niedriger, als das mittlere, in Poti um  $10.5^{\circ}$ , in Pjatigorsk um  $18.5^{\circ}$ , in Podgornaja  $17.4^{\circ}$  niedriger als das mittlere Minimum in den  $1^{\circ}$  nördlicher und dabei höher liegenden Stawropol.

Im Norden des Gebirges und bis auf grosse Höhen im Gebirge war es so kalt, dass ein bedeutender Transport kalter Luft über den Kaukasus erfolgen konnte. Namentlich wurde das westliche Transkaukasien abgekühlt durch die von Norden gekommene Luft. Dies ist besonders an den Beobachtungen in Suchum zu sehen, wo vom 2. bis 5. beständig eine ziemlich große Bewölkung war, und doch niedrige Temperaturen beobachtet wurden. In Dachowsky war es noch kälter, bei stärkeren Winden. Jedoch die niedrigste Temperatur am Morgen des 3. dürfte unter bedeutender Mitwirkung der Abkühlung an Ort und Stelle entstanden sein, denn der Himmel war wolkenlos und der Boden schneebedeckt.

Auch die größte Kälte in Kutais am 6. dürfte theilweise durch die Strahlung entstanden sein, der Schnee auf dem Boden war ihr auch hier günstig.

Noch sicherer ist dies von Tiflis, wenn auch in den ersten Tagen des März die Kälte von Norden gebracht wurde, mit starken Winden namentlich am 3., später war Windstille bei unbewölktem Himmel und Schnee auf dem Boden.

Die Kälte im März 1874 in Transkaukasien wurde in größerem Maße als diejenige des Januar 1883 durch directe Zufuhr kalter Luft von Norden des Gebirges erzeugt, jedoch auch in diesem Falle war die auf dem Boden vorhandene Schneelage der Erkaltung förderlich, namentlich in Tiflis. Im Norden des Gebirges, namentlich in Pjatigorsk war eine bedeutende Erkaltung an Ort und Stelle. In Noworossijsk, dem bekannten Boraorte der Ostküste, in dessen Nähe die Kammhöhe unter  $1000\text{ m}$  ist, sank die Temperatur bei NE. doch nicht unter  $-20^{\circ}$ . Hier war kein Schnee auf dem Boden.

Sehr niedrig waren auch die Temperaturen Ende Januar 1883 in Centralasien, wobei die größte Abkühlung dort stattfand, wo Schnee auf den Boden lag.

So war in Taschkent am 16.  $6.5\text{ mm}$ , am 18.  $15\text{ mm}$ , am 19.  $8.5\text{ mm}$  Schnee gefallen, im Ganzen  $30\text{ mm}$  bei Frost, welcher bis zum Ende des Monats dauerte, so dass sich eine recht gute Schlittenbahn über vier Wochen hielt. Am 19. 9 p. m. wurden  $-18.8^{\circ}$  bei N. 16 beobachtet, am 20. 7 a. m.  $-24.3^{\circ}$  bei Windstille und wolkenlosen Himmel.

Seitdem Beobachtungen in Taschkent gemacht werden, wurde nur im Januar 1878 eine niedrigere Temperatur beobachtet.

Auch nach diesen Tagen war es in Taschkent sehr kalt. Nur am 24. bis 26. thaute es in der Mitte des Tages, am Abend des 26. und 27. fielen wieder  $11\text{ mm}$  Schnee bei Frost und es fror bis zum 22. Februar, kurze Unterbrechungen in der Mitte des Tages am 9., 11. und 12. ausgenommen. In der Mitte des Februar war eine sehr ausgesprochene Kälteperiode, die aber keineswegs durch starke Winde eingeleitet wurde, wie im Januar, sondern meistens bei Windstille verlief, so z. B. nachdem am Morgen des 14. Windstille gewesen war, wurde an den folgenden Tagen beobachtet (siehe Tabelle S. 27 oben) und noch am 22. 7 a. m.  $-21.6^{\circ}$  bei Windstille nach SW am Vortage, um 1 p. m.  $-8.4^{\circ}$  bei Windstille und wolkenlosem Himmel.

Ich bemerke noch, dass die Beobachtungen am astronomischen Observatorium gemacht wurden, welches frei auf einem unbewaldeten

	Taschkent	Temp.	Wind <sup>1)</sup>	Bewölkung
14	Februar 9 p. m.	-14.0°	NW4	10 Schnee (4 mm)
15	» 7 a. m.	-19.6	0	10
	» 1 p. m.	-13.8	E3	0
	» 9 p. m.	-20.2	0	0
16	» 7 a. m.	-14.6	0	0
	» 1 p. m.	-15.2	0	1
	» 9 p. m.	-19.6	0	1
17	» 7 a. m.	-17.2	0	9
	» 1 p. m.	-7.4	0	7
	» 9 p. m.	-14.6	0	7
18	» 7 a. m.	-13.7	0	10

Hügel liegt. Also nicht nur Temperaturen bis unter  $-24^{\circ}$  bei Windstille am Morgen, sondern auch unter  $-15^{\circ}$  in der wärmsten Tagesstunde, bei unbewölktem Himmel. Ohne Schneedecke wäre so etwas nicht möglich gewesen.

Selbst in dem im Winter viel kälteren Ostasien sind in der fraglichen Breite und Meereshöhe, wenn kein Schnee liegt, nur bei kalten Winden aus dem Norden solche Temperaturen beobachtet.

Die Mitteltemperatur des Februar in Taschkent ist über  $0^{\circ}$ .

Noch kälter war es im Januar in Samarkand, wo der Winter gewöhnlich etwa  $2^{\circ}$  wärmer ist als in Taschkent.

Am 18. und 19. waren hier 21.6 mm Schnee bei Frost gefallen, und er deckte den Boden am Morgen des 20., als  $-25.7^{\circ}$  bei Windstille beobachtet wurden.

In Marghelan im Thale von Ferghana, wo sonst der Winter bedeutend kälter zu sein pflegt als in Samarkand, war die niedrigste Temperatur der betreffenden Tage des Januar  $-17.2^{\circ}$  am Morgen des 21. bei Windstille und klarem Himmel. Hier fehlte aber eine Schneedecke, es war am 18. und 19. nur 0.7 mm gefallen.

In Centraleuropa war im December 1879 eine Kälte, wie sie seit etwa 90 Jahren noch nicht dagewesen ist, und zwar hatte damals Klagenfurt unter  $46^{\circ}$  N und 440 m Höhe eine Mitteltemperatur  $-14.0^{\circ}$ , wie sie im Mittel erst am Ostfuß des Ural zu finden ist. Es war schon Ende November Schnee gefallen, am 5. December aber so viel bei Frost, dass in ganz Centraleuropa auch die Ebenen und niederen Thäler eine dichte Schneedecke trugen. Diesem Schnee folgte eine intensive drei Wochen dauernde Anticyclone mit klarem Himmel (theilweise Nebel in den Thälern) und schwachen Winden.

Hann sprach es schon damals deutlich aus<sup>2)</sup>, dass der Schnee die Abkühlung sehr beförderte, und Billwiller brachte später<sup>3)</sup> einen Vergleich mit der Anticyclone des Januar 1882, welche auch sehr lange dauerte und in deren Centrum der Luftdruck sehr hoch war, jedoch die Temperaturen der Ebenen und Thäler beiweitem nicht so niedrig waren, wie im December 1879 und findet die Ursache des Unterschiedes in dem Fehlen einer Schneedecke.

Er gibt die Temperaturen derjenigen fünftägigen Mittel nach den Beobachtungen in Zürich an, während welcher eine Anticyclone über den Alpen oder in deren Nähe lag.

<sup>1)</sup> Windstärke: Meter pro Secunde.

<sup>2)</sup> Zeitschrift Meteor. 1879, S. 76.

<sup>3)</sup> Zeitschrift Meteor. 1882, S. 98.

Zürich	Winter 1879—80	Winter 1881—82
9 Dec. <sup>1)</sup>	—13.0 <sup>0</sup>	—
14 >	— 9.2	—
19 >	—10.5	—
24 >	—10.5	—
29 >	—	— 4.2 <sup>0</sup>
8 Jan.	— 3.5	—
13 >	— 4.0	— 1.4
18 >	— 6.6	— 3.2
23 >	— 9.5	— 3.5

Der Schnee war Ende December 1879 geschmolzen, und als sich im Januar wieder eine Anticyclone über den Alpen einstellte, war die Temperatur viel höher, als im December. Nur nachdem Mitte Januar wieder Schnee fiel, wurden tiefere Temperaturen erreicht. Im Winter 1881—82 war kein Schnee, und daher die Mittel wie die Minima viel höher. Letzteres war in Zürich —8.5<sup>0</sup>, im December 1879 unter —20<sup>0</sup>.

In Centralfrankreich existierte schon zu dieser Zeit das Bergobservatorium Puy de Dôme und in der Nähe das in einem Thale gelegene Observatorium Clermont, ersteres 1467 *m*, letzteres 388 *m* über dem Meeresniveau. Ich berechnete je ein fünftägiges Mittel an jeder der Stationen <sup>2)</sup> während des intensivsten Auftretens der Anticyclonen und der kleinsten Bewölkung.

Die Mittel sind aus 6 a. m. 3 und 9 p. m. gebildet. *t* Mitteltemperatur, *t<sub>mn</sub>* absolutes Minimum der Periode,  $\frac{e'}{e}$  relative Feuchtigkeit, *n* Bewölkung.

Fünftägige Mittel.	<i>t</i>	$\frac{e'}{e}$				<i>t</i>	$\frac{e'}{e}$			
		<i>t<sub>mn</sub></i>	Mitt. 3p.m.	<i>n</i>	<i>t<sub>mn</sub></i>		Mitt. 3p.m.	<i>n</i>		
		Clermont				Puy de Dôme				
25. Dec. 1879	— 8.4 <sup>0</sup>	—16.0 <sup>0</sup>	86	76	0.3	3.4 <sup>0</sup>	—3.1 <sup>0</sup>	41	33	0.4
15. Jan. 1882	0 <sup>0</sup>	— 8.8 <sup>0</sup>	82	59	0.6	4.1 <sup>0</sup>	—0.2 <sup>0</sup>	40	34	0

An beiden Perioden war die, für winterliche Anticyclonen so charakteristische Wärme auf dem Berge vorhanden, und zwar ist die Temperatur, relative Feuchtigkeit und Bewölkung nahezu gleich an beiden. In Clermont war es während beider Perioden nahezu windstill, die Bewölkung nahezu 0, die Temperatur des December 1879 jedoch viel niedriger und die relative Feuchtigkeit, namentlich in der Mitte des Tages, größer. Beides wurde ohne Zweifel vom Schnee bewirkt, der vom 8. bis zum 28. December 1879 auf dem Boden lag und im Januar 1882 fehlte.

Es waren eben auf dem Berge die Verhältnisse beider Perioden dieselben, und demnach auch die Temperaturen, unten war nur der Unterschied, dass ein Mal Schnee lag, das andere Mal nicht, und dies genügte, um die Verhältnisse der Feuchtigkeit und namentlich der Temperatur so verschieden zu gestalten.

Einen sehr bemerkenswerthen Fall einer niedrigen Temperatur nach Schneefall in Mittel-Deutschland hat Dr. Assmann vor Kurzem betrachtet <sup>3)</sup>.

Da diese Arbeit den meisten Lesern bekannt sein dürfte, so beschränke ich mich auf ein kurzes Resumé derselben.

<sup>1)</sup> Es ist der mittlere Tag der Periode gegeben.

<sup>2)</sup> Die Beobachtungen sind in den Annales du Bureau Central météorologique gedruckt.

<sup>3)</sup> Der intensive Frost vom 8. Januar 1886. Das Wetter. 1886. S. 21.

In der Ebene lag fast kein Schnee, in dem Hügel- und Berglande nördlich vom Thüringerwalde viel, südlich vom Thüringerwalde weniger.

	Mittlere Temperatur Januar			Mittl. Minimum am 8. Januar	Mittl. Höhe des Schnees <i>cm</i>
	7	8	9		
Ebene	-5.0 <sup>0</sup>	-9.8 <sup>0</sup>	-3.1 <sup>0</sup>	-10.5 <sup>0</sup>	0.5
Nördl. v. Thüringerwalde	-6.9	-20.7	-4.1	-23.5	21.2
Südl. »	-4.9	-14.0	-3.9	-16.2	8.3

Dr. Assmann betont sehr, dass nicht nur das Vorhandensein einer Schneelage, sondern auch ihre Höhe sehr wichtig sei. Dies ist selbst aus den hier gegebenen Mitteln zu sehen. In dem mittleren Gebiete hatte Langensalza die größte Schneehöhe, 60 *cm* und dabei die niedrigste Mittel- und Minimaltemperatur am 8. Januar, respective -24.2<sup>0</sup> und -28.8<sup>0</sup>. Nordhausen hatte die kleinste Schneehöhe, 3 *cm* und die höchsten Temperaturen am 8. Januar (die eigentlichen Bergstationen ausgenommen), nämlich Mittel -16.8<sup>0</sup>, Minimum -19.5<sup>0</sup>.

In einer späteren Schrift <sup>1)</sup> behandelt Dr. Assmann den Schneefall Ende December 1886 und seine Folgen für die Temperatur. In letzterer Hinsicht, nachdem er erwähnt, dass der Schneefall so bedeutend war, wie kein anderer seit 50 Jahren, kommt er zu den folgenden Schlüssen, welche ich vollständig richtig finde <sup>2)</sup>.

6) Die Schneedecke veranlasste das Eintreten einer längeren zusammenhängenden Frostperiode in Centralearopa, und erniedrigte die Mitteltemperatur der von ihr bedeckten Gebiete beträchtlich gegen die der schneefreien Umgebung.

7) Die Schneedecke verzögerte den Eintritt des Thauwetters in Mitteleuropa um mehrere Tage gegenüber der schneefreien Umgebung.

<sup>1)</sup> Der Schneefall vom 19. bis 22. December 1886 in Mitteleuropa und seine Folgen.

<sup>2)</sup> Die anderen fünf Punkte beziehen sich auf das Zustandekommen der Schneedecke und die von ihr verursachten Betriebsstörungen an Eisenbahnen etc.