universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Der Einfluß der Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter

Woeikoff, Alexander J...

Wien, 1889

Achtes Capitel. Einfluss einer Schneedecke auf die Luftfeuchtigkeit und Windstärke. Allgemeines über den Einfluss auf die Lufttemperatur

urn:nbn:at:at-ubi:2-5589

ACHTES CAPITEL.

Einfluss einer Schneedecke auf die Luftfeuchtigkeit und Windstärke. Allgemeines über den Einfluss auf die Lufttemperatur.

Die Verdunstung des Schnees. Einfluss auf die Luftfeuchtigkeit. Milderung der Verdunstung durch die Kälte der Oberfläche. Verhältnisse, bei welchen die Feuchtigkeit über Schnee klein ist. Minderung der Windstärke durch den Schnee, Reibung, aufliegende kalte Luft, Anticyclonen. Die Windstärke bei Schneestürmen. Mittlere Windstärke in Russland. Minderung in den Monaten mit regelmäßiger Schneelage. Einfluss auf den Luftdruck. Die Alpen. Upsala. Luftfeuchtigkeit größer, Windstärke kleiner bei Schneelage. Größte monatliche Windstärke. Wirkung einer ausgedehnten Schneelage auf die Temperatur. Bei klarem Himmel etwa 8° niedriger über Schnee. Entgegengesetzte Wirkung des Schnees auf die Temperatur von Luft und Boden. Vorwalten des erwärmenden Einflusses auf den Erdball. Als Resultat höhere Bodentemperatur und mindere Tiefe des beständig gefrorenen Boden.

In den vorigen Capiteln (I—V) war von dem Einflusse einer Schneedecke auf die Temperatur von Luft und Boden die Rede. Diese sind die wichtigsten Seiten des hier behandelten Themas, jedoch auch andere sind von Belang.

Eine Schneeoberfläche muss auch die Feuchtigkeit der Luft beeinflussen, weil auch Wasser in fester Form merklich verdunstet und dazu muss noch die rauhe Oberfläche des Schnees, unter sonst gleichen Umständen, mehr verdunsten als die glatte Oberfläche des Eises.

Leider haben wir keine vergleichenden Beobachtungen über die Verdunstung von Eis und Schnee. Es wäre sehr wichtig, diese Lücke auszufüllen.

Wegen der beständigen Verdunstung von Schnee muss die Luft über ihm gewöhnlich nicht weit vom Sättigungspunkte entfernt sein, und zwar ist eine gewisse Ähnlichkeit der Verhältnisse dieser Luft mit derjenigen über einem großen Süßwassersee nicht zu verkennen, in beiden Fällen ist die Luft feucht, weil eine große Verdunstungsfläche in der Nähe vorhanden. Und zwar ist in Nord- und Centralrussland, Sibirien, dem nördlichen Nordamerika die ununterbrochene Schneefläche im Winter weit größer als irgend ein See.

Daher können wir auch ohne Beobachtungen über Luftfeuchtigkeit in diesen Ländern wissen, dass die Luft im Winter feucht ist.

Es kommen zwar Ausnahmen vor, und zwar:

1. Wenn ein starker kalter Wind weht, d. h. ein Luftstrom, welcher sich erwärmt und von dem Sättigungspunkte entfernt. Die Verdunstung von Schnee kann das Deficit nicht gleich decken.

2. Absteigende Luftströme sind von einer noch kleineren relativen Feuchtigkeit begleitet und der Föhn in den Alpen gilt mit Recht als »Schneefresser«.

Jedoch häufige und starke absteigende Winde sind sehr eng begrenzt, starke kalte Winde über einer Schneedecke in den meisten Gegenden auch nicht besonders häufig.

3. Viel wichtiger wegen seiner ausgedehnten Wirkung ist ein anderer Umstand, welcher die Verdunstung von der Schneedecke mildert und also die Luft darüber weniger feucht macht, als sie sonst wäre, nämlich die niedrigere Temperatur der Oberfläche des Schnees im Vergleiche zur Luft. (S. Seite 10.) Die Gewässer hingegen sind gewöhnlich an ihrer Oberfläche wärmer als die darüber lagernde Luft.

Bei Anticyclonen und klarem Wetter ist diese Abkühlung des Schnees so groß, dass in Ost-Sibirien feuchte Kleider durch Ausbreiten über den Schnee getrocknet werden. Jedoch auch dort ist diese Trockenheit der Luft über dem Schnee nicht eine allgemeine Erscheinung, wenigstens im Norden, wie aus der Häufigkeit der Trockenheit zu sehen ist, für welche in Sibirien ein besonderer Ausdruck »Morok« [1]) existiert.

In dem größeren Theil des alten Kontinentes ist die Luft über Schnee besonders trocken, wenn der Wind nach einer Cyclone nach NW und N sich dreht. Es muss dann die Verdunstung vom Schnee bedeutend sein, und sehr zur Abkühlung der Luft beitragen.

Eine Schneeoberfläche muss im Großen und Ganzen den Wind abschwächen, nicht nur wegen der Reibung gegen die rauhe Oberfläche, sondern auch weil unmittelbar über dem Schnee eine kältere Luftschichte lagert. Die Winde, welche aus einer schneefreien in eine schneebedeckte Gegend treten, müssen dadurch besonders geschwächt werden, ähnlich der Erscheinung, welche auf dem Eise der Meere so häufig bemerkt wird, dass ein über offenem Wasser starker Wind abflaut, sobald er das Eis erreicht.

Wie ist dies mit der allbekannten Stärke der Schneestürme der Steppen und Tundren zu vereinigen?

Die Winde werden hauptsächlich bei dem Erreichen des schneebedeckten Gebietes abgeschwächt, über dem Schnee selbst entstehen Unterschiede des Luftdruckes, welche zu starken Winden führen.

Dann aber ist die Gefahr der Schneestürme (Burane) nicht sowohl in der absoluten Stärke des Windes als in dem Wirbeln des Schnees zu finden, welches Menschen und Thiere ihrer Sinne beraubt. Bei derselben Windstärke, welche bei Schneetreiben eine Reise gefährlich macht, wäre sie ganz gefahrlos ohne Schnee.

Bedeutende Beschädigungen von Gebäuden, Bäumen etc. durch starke Winde kommen in Russland im Frühling und Herbst häufiger vor als im Winter, außer im Süden, wo auch im Winter gewöhnlich kein Schnee liegt. Ich citiere nur zwei neuere Fälle. Am 25. November 1888 war in West- und Mittelrussland ein Sturm, wie er seit langer Zeit nicht erlebt war, mit bedeutenden Beschädigungen an Gebäuden und Wäldern, Schnee lag nicht am Boden, der früher gefallene war geschmolzen. Mitte December 1888 war ein besonders starker Sturm im

[1]) Vom slavischen »Mrak«, Dunkelheit. Der Ausdruck Morok ist weder in den anderen slavischen Sprachen, noch auch im Russischen außerhalb Sibiriens für Frostnebel üblich.

nördlichen Theile des Gouvernement Taurien, wo keine Schneeflocke am Boden lag.

Andererseits lesen und hören wir häufig von Schneestürmen, welche auf viele Tage den Eisenbahndienst unterbrechen, vielen Menschen das Leben kosten, und doch keine erheblichen Beschädigungen an Gebäuden und Wäldern anrichten, d. h. bei welchen die Windstärke nicht übermäßig groß ist. —

Der Einfluss einer Schneedecke ist auch an der mittleren Windstärke der betreffenden Monate zu sehen.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass die Windfahnen und Anemometer möglichst hoch und frei angebracht werden, um sie vor störenden Einflüssen zu schützen. Wahrscheinlich ist über einer Schneedecke die Zunahme der Windstärke mit der Höhe größer, als unter anderen Umständen.

In der hier betrachteten Gegend scheinen folgende Gesetze für die mittlere Windstärke zu gelten: 1. In dem größeren Theile der Gegend sind die Gradienten größer im Winter, was eine größere mittlere Windstärke im Gefolge haben sollte. 2. Dort wo gewöhnlich einige Monate Schnee liegt, ist die Windstärke in diesen Monaten kleiner als vor- und nachher. 3. Je länger Schnee liegt, desto länger ist die Periode dieser schwächeren Winde. 4. Die Ursache dieser Abschwächung der Winde ist wahrscheinlich außer in der Reibung und dem Vorhandensein einer kalten Luftschichte über dem Schnee auch in der größeren Häufigkeit der Anticyclonen zu suchen. Die Kälte der Luft und Abschwächung der Winde über dem Schnee ist der Bildung von Anticyclonen günstig.

Es wäre sehr wichtig, die Verhältnisse des Luftdruckes und der Windstärke an den Grenzen der schneebedeckten und schneefreien Gebiete zu untersuchen. Dazu sind freilich viel mehr Nachrichten über den Schnee nöthig, als wir sie jetzt besitzen.

Selbst in vieljährigen Mitteln ist der Einfluss einer Schneelage auf den Luftdruck zu bemerken, wie aus der schönen Untersuchung von Hann über den Luftdruck in Mittel- und Südeuropa zu sehen ist.[1])

Die Zunge hohen Luftdruckes von Genf bis Marburg an der Drau, mit einer Ausbiegung nach Norden wird nach Hann durch dynamische wie auch thermische Ursachen erklärt, unter letzteren spielt auch der Schnee eine Rolle, namentlich im Frühling und Sommer, wenn er schon im Norden und Süden geschmolzen ist. Eine zweite Gegend hohen Luftdruckes findet sich in Siebenbürgen und Rumänien, in dem letzeren im Gebirge, dazwischen, auf der ungarischen Puszta, ist der Luftdruck niedriger. Hier liegt auch im Winter nur kurze Zeit Schnee.

Die schon früher erwähnten Beobachtungen in Upsala (S. 30—38) geben mir die Möglichkeit, auch den Einfluss der Schneedecke auf Luftfeuchtigkeit und Windstärke zu untersuchen. Für 14 Jahre 1874—87 habe ich beide besonders für die Tage mit und ohne Schneebedeckung berechnet. $\frac{e'}{e}$ relative Feuchtigkeit, v Windstärke, Meter pro Secunde, t mittlere Temperatur, n Bewölkung.

In allen 4 Monaten war bei Schneedecke die Luft feuchter und der Wind schwächer. Besonders gilt dies für den Januar, wenn auch die Temperatur bei Schneedecke und ohne dieselbe am meisten verschieden ist.

[1]) Geographische Abhandlungen. Band II. S. 236 (44).

	Tage mit Schneedecke				Tage ohne Schneedecke			
	t	$\frac{e'}{e}$	n	v	t	$\frac{e'}{e}$	n	v
December . .	—5.8°	93.3	7.8	2.98	—0.7°	90.2	7.0	4.73
Januar	—5.9	92.2	7.3	3.73	0.1	84.3	6.2	5.26
Februar . . .	—5.6	90.4	7.7	4.09	—0.5	85.6	6.8	4.48
März	—4.6	84.6	5.8	3.76	0.6	70.3	5.9	5.10
Mittel	—	90.3	—	3.62	—	84.7	—	4.75

Ich untersuchte noch besonders die größte monatliche Windstärke per Tag und Stunde. Die 56 betrachteten Monate können am besten in 3 Gruppen getheilt werden.

1. Ganz oder zu $^9/_{10}$ schneebedeckt. 23 Monate (Januar 8, Februar 6, März 5, December 4) Mittel der größten Windstärke per Tag 8·0, per Stunde 11·2.

2. Monate ganz oder zu $^9/_{10}$ schneefrei. Im Ganzen 3 (Januar 2, Februar 1). Mittel aus der größten Windstärke per Tag 9·9, per Stunde 13·1, also respective 1·9 und 1·9 größer als in Monaten mit dauernder Schneedecke.

3. Monate gemischten Charakters. Im Ganzen 30 (Januar 4, Februar 7, März 9, December 10). In diesen Monaten waren 413 Tage mit Schneebedeckung, also 65% der ganzen Zeit. Jedoch nur an 12 Monaten aus den 30 fiel die größte Windstärke auf Tage mit Schneebedeckung, also in 40% der Fälle. In den Decembern 1875, 1876 und 1884 mit je 25 Tagen mit Schneebedeckung fiel die größte Windstärke auf einen schneefreien Tag, ebenso an einem März mit 26 und einem Januar mit 23 Tagen mit Schneebedeckung.

Der Einfluss, welchen eine Schneelage auf die Luftfeuchtigkeit, Windstärke und Bildung, respective Verstärkung der Anticyclonen ausübt, kann seinerseits nicht ohne Einfluss auf die Lufttemperatur bleiben. Außerdem ist in Betreff der Wirkung des Schnees auf die Lufttemperatur zu berücksichtigen, dass in den früher gemachten Vergleichen einige störende Ursachen sich nicht ausscheiden ließen, welche diesen Einfluss kleiner erscheinen lassen, als er wirklich ist, und zwar: 1. Derjenige einer sehr dünnen oder firnartigen Schneelage, im ersten Falle wird die Wärmeleitung zwischen Boden und Luft nicht genügend gehemmt, im zweiten ist noch dazu die Ausstrahlung von der Oberfläche kleiner, als bei ungestörter Schneelage. 2. Ist in vielen Fällen der Einfluss naher schneeloser Gegenden auf die Lufttemperatur über schneebedeckten und vice versa bedeutend, durch den Einfluss der Winde, welche in der einen oder der anderen Richtung wehen.

Der volle Einfluss einer Schneedecke muss sich äußern, wenn wir ein ausgedehntes, mit tiefem Schnee in ungestörter Lagerung bedecktes Gebiet unter möglichst gleichen Verhältnissen mit einem ausgedehnten schneelosen vergleichen. Jedoch ein solcher Vergleich ist sehr schwierig, weil sich andere Einflüsse nicht ausscheiden lassen, daher ich sichere Zahlen nicht geben kann. Wahrscheinlich ist es jedoch, dass der Unterschied größer ausfallen muss, als in den S. 10 bis 64 gegebenen Beispielen, namentlich größer als aus den Mitteln der Beobachtungen in Upsala hervorgeht.

Ich gebe unten eine vergleichende Uebersicht der Unterschiede der Lufttemperatur über einer Schneelage und bei Mangel derselben, bei klarem Himmel (Bewölkung 0—4) und sonst möglichst gleichen Verhältnissen.

1. In Ostrussland war das fünftägige Mittel 19—23. December 1877, als kein Schnee lag, um 6.6° wärmer als dasjenige des 18. bis 22. Januar 1878, als Schnee den Boden deckte. Wenn wir in Betracht ziehen, dass im Januar die Bewölkung um 3 größer war, so würde bei einer ebenso kleinen Bewölkung wie im December der Unterschied wohl jedenfalls auf 8° gestiegen sein.

2. In Upsala sind die Tage mit einer Schneelage im Winter um 8.2° kälter bei einer Bewölkung von 0—4 als die Tage, an welchen kein Schnee liegt.

3. In Clermont in Centralfrankreich ist das fünftägige Mittel des December 1879, als Schnee lag, um 8.4° kälter als dasjenige des Januar 1882, als kein Schnee den Boden bedeckte. Beide waren durch einen außerordentlich hohen Luftdruck und eine sehr kleine Bewölkung (unter 1) ausgezeichnet.

4. Die Stadt Tschita in Transbaikalien hat einen um etwa 8° wärmeren Winter als die unweit gelegene Stadt Nertschinsk. In und bei ersterer liegt meistens kein Schnee im Winter, in und bei letzterer ist er gewöhnlich vorhanden. Die Bewölkung an beiden Orten ist wahrscheinlich nicht grösser als 2.

Ist es nur ein Zufall, dass in diesen vier Fällen die Differenz der Temperatur mit und ohne Schnee etwa 8° beträgt?

Ich will die Frage offen lassen.

Im Capitel I sind die Beobachtungen von Sagastyr angeführt welche zeigen, dass die Oberfläche des Schnees kälter ist, als diejenige des künstlich von Schnee befreiten Bodens. Abgesehen davon, dass das auf die Oberfläche des Schnees gelegte Thermometer in einer künstlichen Mulde sich befand, was die Temperatur erniedrigen musste, ist jedenfalls ein Einfluss der umgebenden, durch die Strahlung des Schnees abgekühlten Luft auf das Thermometer anzunehmen.

Der Einfluss einer Schneelage auf die Temperatur von Luft und Boden ist entgegengesetzt, die Luft wird abgekühlt, der Boden erwärmt.

Die Masse der Luft, welche durch den Schnee abgekühlt wird, ist so klein im Verhältnisse derjenigen des erwähnten Bodens, dass der überwiegende Einfluss einer Schneelage entschieden erwärmend ist.

Ohne Schnee würde die Abkühlung der oberen Schichten des Festen unseres Erdballes viel weiter fortgeschritten sein als jetzt, und würde sich in höheren Breiten diese Abkühlung nicht nur durch niedrigere Temperaturen des Bodens äußern, sondern auch in einer anderen, mehr ausdauernden Form, dem Gefrieren des Bodenwassers bis in größere Tiefen. Wir hätten dann beständig gefrorenen Boden bis auf einige Hundert Meter Tiefe.

Auch die Abkühlung lange gefrorener Gewässer mildert der Schnee, welcher auf ihrem Eise liegt.