Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen

Klasse

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München

Jahrgang 1952

München 1953

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung

Zur Bestimmung der Schneegrenze und ihrer Hebung seit 1920

Von Richard Finsterwalder in München

Vorgelegt am 6. Juni 1952

Mit einer Figur

Die Schneegrenze, die auf den Gletschern auch Firnlinie genannt wird, läßt sich durch geographische Beobachtung nur sehr unsicher bestimmen. Auf rechnerischem Weg hat sie Kurowski[1] gewonnen, der von der Annahme ausgeht, daß Ablation und Auftrag sich mit der Höhe nach derselben linearen Funktion ändern. Da diese Annahme von meteorologischer Seite als unrichtig bezeichnet und die Kurowski'sche Methode deshalb abgelehnt wird, werden im folgenden der Berechnung der Schneegrenze meteorologisch plausiblere Annahmen zugrunde gelegt: Der Auftrag a_n nimmt in den höheren Regionen langsam mit der Höhe zu, die Ablation a_b nimmt mit der Höhe quadratisch ab und ist von einer bestimmten Höhe h_0 ab praktisch Null. Die Summe von $a_n + a_b = a$ ändert sich mit der Höhe auch annähernd quadratisch; die Funktion $a = f(h)$ kann durch eine Parabel (Fig.) genügend angenähert werden, deren Scheitel in h_0 liegt und deren Gleichung lautet

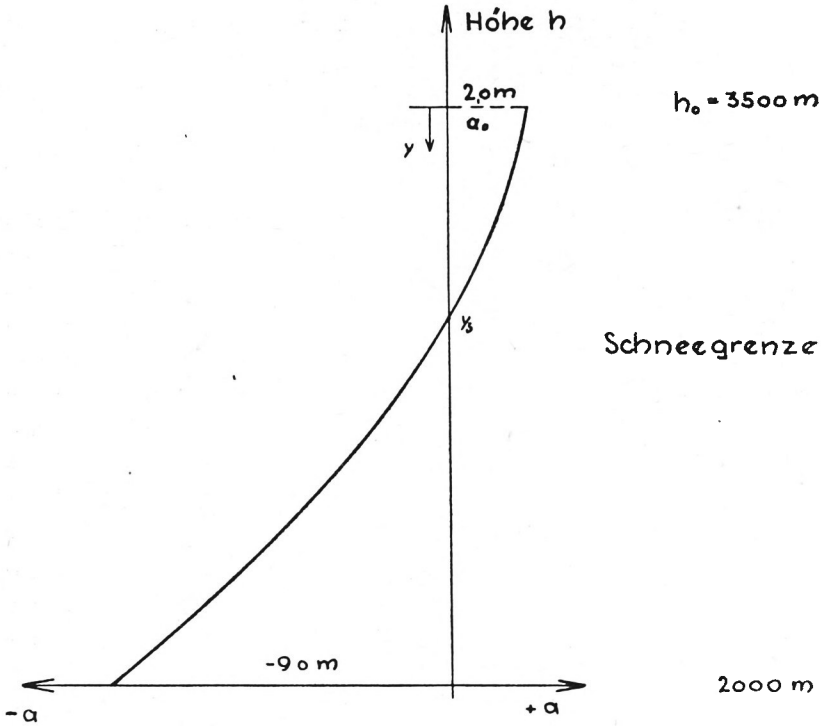
$$a = a_0 - \frac{(y + dh_0)^2}{2p}, \tag{1}$$

wobei dh_0 eine zu bestimmende Verbesserung für h_0 darstellt. Für $a = 0$ ergibt sich aus (1) die Höhe y_s (unter h_0) der Schneegrenze, oberhalb von der a stets positiv ist, während unterhalb a stets negativen Wert hat.

$$y_s = -dh_0 + \sqrt{2a \cdot p} \tag{2}$$

[1] L. Kurowski: Die Höhe der Schneegrenze mit besonderer Berücksichtigung der Finsteraarhorngruppe. Geogr. Abh. v. A. Penck, Bd. V, I, 1891, S. 119–160.

Um die Schneegrenze unter den vorstehenden Annahmen berechnen zu können, ist es notwendig, die Flächen f zu kennen, die der Gletscher in Höhenstufen von der Höhe $h = 100$ m aufweist, es muß deshalb eine genaue Schichtlinienaufnahme vorliegen. Da



Veränderung der Summe von Auftrag und Ablation mit der Höhe h

oberhalb der Schneegrenze ebensoviel an Masse durch Auftrag entsteht wie unterhalb abschmilzt, besteht für den stationären Gletscher die grundlegende Gleichung

$$[f_i\, a_i] = 0 \tag{3}$$

(1) in (3) eingesetzt ergibt die Bestimmungsgleichheit für h_0

$$d\,h_0^2 + 2\,d\,h_0 \frac{[f_i\, y_i]}{[f_i]} + \frac{[f_i\, y_i^2]}{[f_i]} - 2\,a_0\,p = 0. \tag{4}$$

Unter Benützung der aus bekannten Größen leicht zu rechnenden Werten

$$\frac{[f_i \cdot y_i]}{[f_i]} = b \quad \text{und} \quad \frac{[f_i \cdot y_i^2]}{[f_i]} = c$$

wird

$$d h_0 = -b \pm \sqrt{b^2 - c + 2 a_0 p} \tag{5}$$

Für a_0 liegen in einigermaßen erschlossenen Gebirgen genügend genaue Werte vor, ebenso kann der Parameter p der Parabel aus bekannten Werten a in verschiedenen Höhen wenigstens roh bestimmt werden, sowohl an a_0 wie an p brauchen nur geringe Genauigkeitsforderungen gestellt werden. Das so aus (5) berechnete $d h_0$ ermöglicht mit (2) die Bestimmung von y_s^n und damit der Höhe der Schneegrenze.

Für die Ostalpen kann man folgende Annahmen zugrunde legen: $a_0 = 2$ m, $2p = 20$ (wobei y bzw. h in hm, a in m gezählt wird). Dieser Wert für p ergibt sich, wenn a in 3 500 m mit + 2,0 m, a in 2000 mit — 9 m eingesetzt wird, was durch Messung genügend belegt erscheint.

Für die Summe von acht typischen über die Ostalpen (Zillertaler-, Stubaier- und Ötztalergruppe) verteilten Gletschern ergaben sich folgende Höhen der Schneegrenze

Schneegrenze 1920:	2838 m	(nach Kurowski 2910 m)
„ 1950:	2902 m	(„ „ 2957 m)
Hebung von 1920–1950	64 m	(nach Kurowski 47 m)

Zur Sicherung des gewonnenen Ergebnisses wurde die Berechnung noch mit anderen meteorologischen Annahmen durchgeführt:

Annahme		Hebung der Schnegrenze 1920–1950
a_0	$2p$	
2.0	23	62 m
2.0	17	66 m
3.0	20	60 m

Man sieht daraus, wie verhältnismäßig wenig das Ergebnis auch von erheblichen Änderungen in den Annahmen für die meteorologischen Daten ist.

Wirkliche Hebung der Schneegrenze

Die beschriebene Methode gilt nur für den stationären Gletscher, in Wirklichkeit aber waren die Gletscher nur 1920 stationär, derzeit gehen sie stark zurück. Der andauernde Ausfall in der Ernährung des Firngebiets wirkt sich auf dem Wege durch den Gletscher auf dessen Zunge verspätet aus, diese sind deshalb heute noch verhältnismäßig zu groß; die Schneegrenze kommt deshalb für 1950 bei der Berechnung noch immer zu tief heraus, die Hebung der Schneegrenze zu gering.

Die wirkliche Hebung der Schneegrenze kann am Waxegg- und Schlegeis-Kees bestimmt werden, die 1920 stationär waren, aber auch wieder 1950 stationär geworden sind. Sie haben nämlich nach 1945 ihre Zungen verloren und sich in höherer Lage auf den derzeitigen verminderten Ernährungszustand eingestellt. Dies beweisen Aufnahmen der beiden Gletscher, die 1950 und 1951 durchgeführt wurden und keine Änderung ergaben.

Die Berechnung ergab folgende Werte:

	Waxegg	Schlegeis
Schneegrenze 1920	2690 m	2616 m
Schneegrenze 1950	2782 m	2708 m
Hebung 1920–1950	92 m	92 m

Der Wert von 92 dürfte der tatsächlichen Hebung von 1920 bis 1950 sehr nahe kommen.

(Eine ausführliche Darstellung wird in der Zeitschr. f. Gletscherkunde erscheinen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften München

Jahr/Year: 1953

Band/Volume: 1952

Autor(en)/Author(s): Finsterwalder Richard

Artikel/Article: Zur Bestimmung der Schneegrenze und ihrer Hebung seit 1920 51-54