© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Vegetation und Stoffproduktion an der Waldgrenze am Patscherkofel und ihre Abhängigkeit von Niederschlag und Temperatur (Zentralalpen-Klimadiagramme)

Von *Erich Winkler*, Innsbruck

Der moderne Mensch ist trotz aller Technisierung vom Wetter abhängig geblieben. Dem Landwirt, Forstmann und allen im Freien Tätigen wird allerdings auch täglich bei ihrer Arbeit bewiesen, wie sehr Sonnenschein, Temperatur, Regen, Schnee und Wind die Produktion beeinflussen. Seit gut 100 Jahren registrieren zahlreiche meteorologische Stationen diese Elemente der Witterung und beschreiben auch das Klima, den durchschnittlichen Verlauf der Witterungserscheinungen. Jedem Touristen ist auch die mit der Höhe zunehmende Verschärfung der Klimabedingungen geläufig.

Innsbruck ist durch seine günstige Lage und durch Bergbahnen auf den Patscherkofel und das Hafelekar für rasche Studien auch in 2000 m Höhe gut geeignet. So befassen sich seit Jahren ökologische Untersuchungen des Botanischen Universitätsinstitutes mit Wasserhaushalt und Assimilationshaushalt der Bergpflanzen. Wir konnten in den vergangenen Jahren bei den Stoffwechseluntersuchungen auf die freundlich gewährte Hilfe der meteorologischen Stationen von Innsbruck (Prof. Dr. H. Hoinkes, Dr. Reiter, Dr. Riedel, Herrn Toporis) zurückgreifen und ihre Meßergebnisse mitverwenden. Hierbei haben wir klar erkannt, daß ergiebige Assimilation (Bildung von Zucker, Stärke, Zellulose aus CO_2 und H_2O) in erster Linie von der Temperatur und dann von der Belichtung abhängig ist. Die im Alpenraum fallenden Jahresniederschläge von 800 mm und mehr sind zur Wasserversorgung völlig ausreichend und beeinflussen die Ertragshöhe viel eher durch Dauer und Höhe der Schneedecke. Wassermangel tritt nur selten hemmend auf (eventuell in langen Trockenperioden, wie 1947, oder in langen Föhnperioden).

Klima 1941—1950

Ergänzend zur Klimatographie von Innsbruck (Dr. E. Reiter, Klima von IBK 1906—1955) will ich nun näher auf das Klima an der Waldgrenze am Patscherkofel eingehen und hoffe nicht nur der mit uns koordiniert arbeitenden Forschungsstelle der Lawinenvorbeugung (Dipl.-Ing. Dr. H. Aulitzky) neuere Ergebnisse zu bringen, sondern auch den vielen Touristen und Bergwanderern einen Überblick über die Temperatur- und Niederschlagverhältnisse an der Waldgrenze zu geben. Durch die Unter-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

stützung der Zentralanstalt für Meteorologie, Wien, Hohe Warte, stehen mir auch für das Dezennium 1941—1950 langjährige Klimadaten zur Verfügung.

Prof. Dr. H. Walter, Stuttgart-Hohenheim, wählte seit 1955 eine Klimadarstellungsart, die für biologische Fragestellung sehr zweckmäßig ist. Ich schließe mich ihr natürlich an und bringe in den 4 Diagrammen der Abb. 1 einen zentralalpinen Höhenquerschnitt für Mitteltemperatur, Niederschlag und Frost im Jahresgang. Innsbruck (582 m) ist hierbei die Basisstation, Rinn (900 m) liegt auf der südlichen Inntalterrasse (meteorol. Nebenstelle der Landespflanzenzuchtanstalt, Prof. Dr. Mayr).

Knapp über der Waldgrenze in 2045 m Höhe liegt am Nordhang die meteorologische Station Patscherkofel. Sie war in den Jahren 1955—1957 vorübergehend auf der Hochmahdalm (1909 m) untergebracht, ist aber seit Januar 1958 in das alte Beobachtungsgebäude am Nordhang zurückgekehrt.

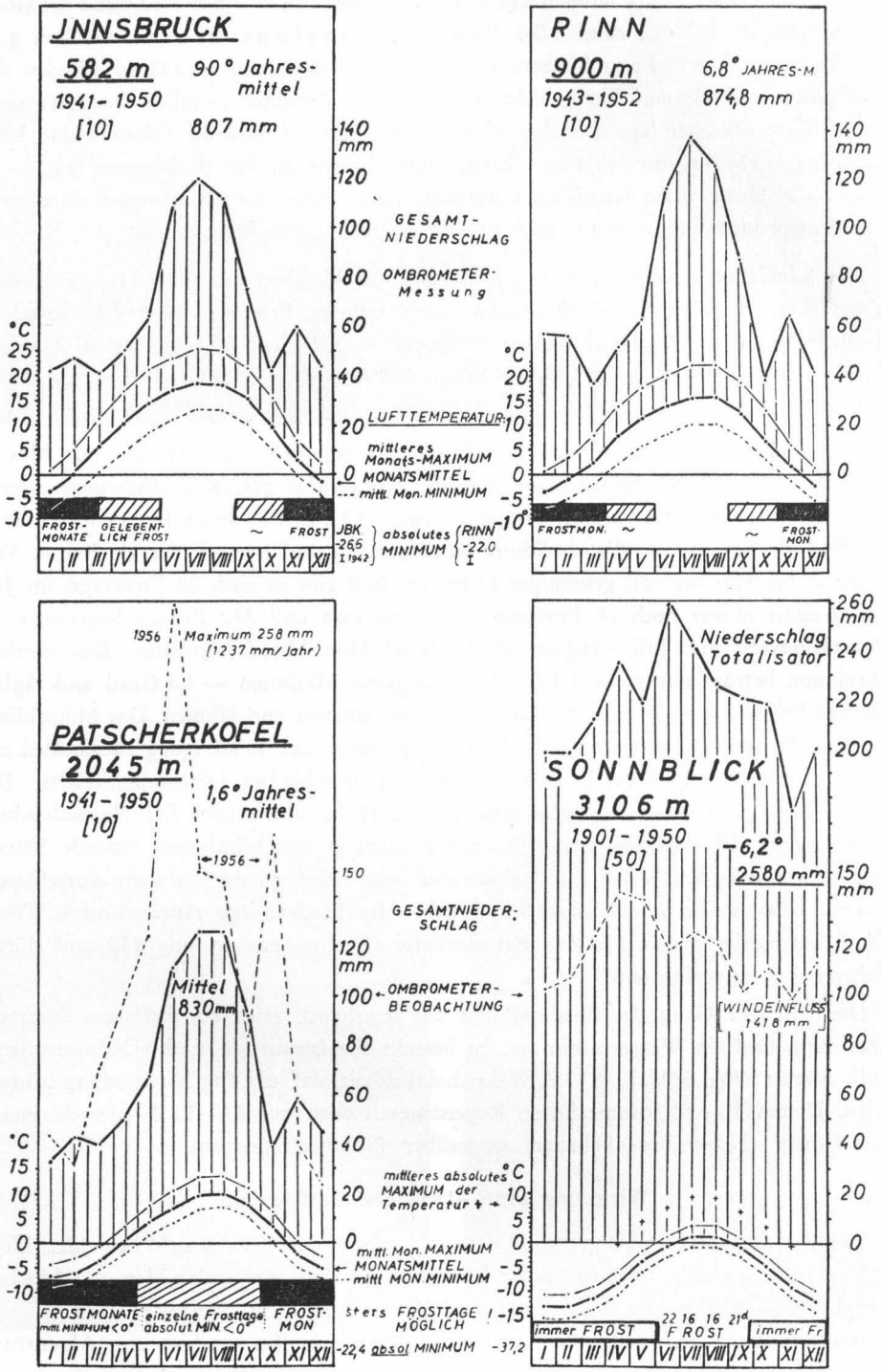
Als Gipfelstation habe ich den Hohen Sonnblick (Hohe Tauern, 3106 m) gewählt, dessen berühmtes Höhenobservatorium seit 1887 laufend das alpine Klima registriert.

Die Mitteltemperatur nimmt im Jahresmittel um 0,6 Grad pro 100 Meter Höhenzunahme ab (im Januar und Dezember um 0,4 Grad). Im Dezennium 1941—1950 ist die Monatsmitteltemperatur am Patscherkofel im Dezember und Januar nur um rund 4 Grad geringer als in Innsbruck, im März und April bereits um 8 Grad! Sie liegt von Mai bis Juli sogar um 10 Grad tiefer! Die Jahresmitteltemperatur von IBK beträgt 1941—1950 9,0 Grad, am Patscherkofel nur 1,6 Grad! Allerdings muß erwähnt werden, daß in der 50jährigen Beobachtungsreihe 1906—1955 das Jahresmittel von IBK 8,5 Grad ist, das Klimagramm also ein mildes Dezennium beschreibt! Für den Forstmann und die Biologen sind aber nicht nur die Mitteltemperaturen bedeutsam, sondern noch mehr die Extremwerte. Das mittlere Monatsminimum gibt an, wie kalt es im Durchschnitt jeden Monat wird. Die mittleren Temperaturminima am Patscherkofel überschreiten in 2045 m Höhe erst im Mai die Null-Grad-Grenze. Der April hat noch um 20 Frosttage. Die Schneedecke hält sich im Tal bis Ende März (Mittel!), am Patscherkofel bis weit in den Mai hinein. Hier spielen allerdings Geländeund Expositionsunterschiede maßgeblich mit. Nach der Schneeschmelze setzt Mitte Mai der Bergfrühling schlagartig ein, die mittlere Maximaltemperatur übersteigt an der Waldgrenze im Juni 10 Grad (10,7 Grad), erreicht aber im Hochsommer auch nicht viel mehr als 13,5 Grad (14 Grad). Die Höchsttemperatur dieser Dekade lag 1943 bei 23,8 Grad (August) (das absolute Minimum 1957 im Juni bei 26,7 Grad, wobei ausnahmsweise 4 Sommertage auftraten!!). Allerdings erwärmen sich Pflanzen bei Windstille in der starken Strahlung etwa 5 bis max. 10 Grad über die Lufttemperatur, von der bisher ja ausschließlich gesprochen wurde. Während im Tal (IBK) nur selten Maifröste (absol. Minimum — 1,7 Grad) auftreten, können an der Waldgrenze in jedem Hochsommermonat Fröste um — 2 bis —3,0 Grad (max. — 3,6 Grad) eintreten (z. B. Juni 1956). Die Vegetationszeit kann aber auch ohne weiteres von Juni bis Mitte September frostfrei bleiben. In der Regel sind (nach 18jährigen Beobachtungen) in 2 m Höhe in dieser Zeit nur 3—4 Frosttage mit Minima um — 1 bis — 2 Grad gemessen worden. Die Temperatur der bodennahen Schicht, die das Mikroklima so deutlich unterscheidet, liegt nachtsüber um 1 bis 2 Grad tiefer. Die Vege-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Abb.1

ZENTRALALPEN - KLIMA GRAMME:



© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

tationszeit geht mit Septembermitte an der Waldgrenze zu Ende. Gegen 15. September oder anfangs Oktober lähmen kräftige Sperrfröste von — 7 bis — 12 Grad die Stoffproduktion, so daß nur rund 100 Tage Vegetationszeit in 2000 m geschlossen frostfrei bleiben. Geringe Einzelfröste von — 2 Grad schaden der subalpinen und alpinen Flora nicht, da sämtliche Vertreter ziemlich frosthart sind. Schon Mitte Oktober legt sich eine Schneedecke schützend über die Pflanzen und hüllt sie ein. Im Hochwinter vertragen Zirben und Fichten an der Waldgrenze gut — 40 bzw. — 30 Grad, ohne Schaden zu nehmen, stellen aber mit Oktoberende ihre positive Stoffproduktion rasch ein und atmen nur mehr geringfügig weiter.

Die Schneedecke wächst auf 1 m und mehr (in Mulden) und bewahrt die niedere Vegetation, besonders Alpenrosen usw., vor tieferen Frösten. Innsbruck hatte als absol. Minimum — 26,6 Grad (Januar 1941) und — 26,9 Grad (Februar 1956), Patscherkofel — 22,4 Grad (Januar 1947, Februar 1949) und — 28,8 Grad (Februar 1956) verzeichnet.

Am **Sonnblick** gedeihen in 3106 m Höhe in extremen Verhältnissen nur Moose, Flechten und einzelne Blütenpflanzen (z. B. *Ranunculus glacialis, Androsace alpina, Saxifraga bryoides, Poa alpina vivipara* usw.) 2580 mm Niederschlag fällt zu 90% als Schnee, zu 4% als Schnee-Regengemisch und nur zu 3% als Regen. Von Oktober bis Mai herrscht grimmiger Frost, im Juni gibt es noch 22 Frosttage, im Juli und August immer noch 16 Frosttage! 313 Frosttage und 272 Eistage begrenzen die Vegetationszeit auf Juli—August bei 1,2 Grad Mon.-Mitteltemperatur. Das mittlere Maximum beträgt nur mehr 3,3 Grad, das mittlere Minimum — 1,1 Grad und täglich können Fröste um — 7 Grad die Lebensprozesse hemmen und lähmen. Das Mikroklima ändert sich nunmehr mit jedem Wuchsort. Exposition und Erwärmung entscheiden zusammen mit Windgeschütztheit über mäßige oder schlechte Lebensmöglichkeit. Die exakte Niederschlagsmessung wird über 1800 m Höhe schwieriger. Die Normalombrometer zeigen sich windbeeinflußt. Besonders durch in Sonnblickhöhen tobende Stürme gelangt zuwenig Schnee in die Ombrometer oder wird wieder teilweise ausgeblasen. Totalisatoren mit Niphertrichter geben im Hochgebirge repräsentative Werte. Die Niederschlagsmenge für den Patscherkofel (Ombrometermessung 830 mm) dürfte daher etwas zu gering sein!

Der jährliche Gang des Niederschlags um Innsbruck zeigt ein kräftiges Sommermaximum und ein Winterminimum. Es besteht für Innsbruck in den Monaten Juni, Juli, August 59%, 58% und 53% Wahrscheinlichkeit, daß ein Tag Niederschlag bringen wird. Diesen 16—18 sommerlichen Regentagen stehen nur 11—13 Niederschlagstage im Winter (November—Februar) gegenüber (Sommerregentyp).

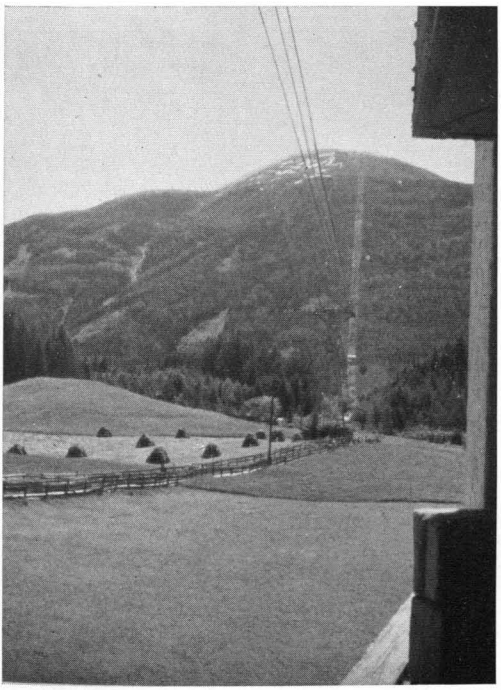
Witterung 1956—1958 und Stoffgewinn

Der Patscherkofel ist bis gegen 1800 m mit subalpinem Fichtenwald bewaldet. Über 1600 m mischen sich, teilweise tiefer beginnend, Zirben ein und bilden mit Lärchen gegen 1900—2050 m die Waldgrenze und Baumgrenze. Ein Zwergstrauchgürtel umsäumt den Zirbenwald und Fichtenwald und dringt in ihn randlich ein. Alpenrosen

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Aufn. E. Winkler, Innsbruck

Abb. 1 Nordkette gesehen von Innsbruck — Otto-Burg —. Fichtenwald-Latschengürtel bis Seegrube (1905 m). Schutthalden und Felsregion bis zur Kammlinie. Hafelekar 2334 m.



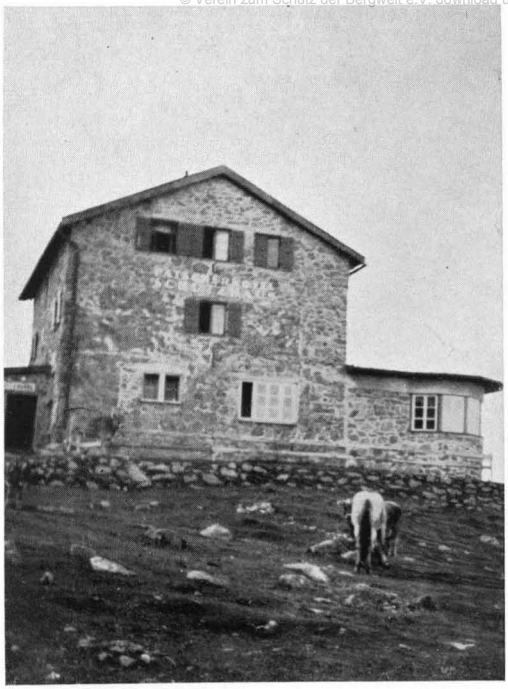
Aufn. E. Winkler, Innsbruck

Abb. 2 Patscherkofel (2247 m) und Seilbahn-Talstation (1000 m).

Aufn. E. Winkler Innsbruck

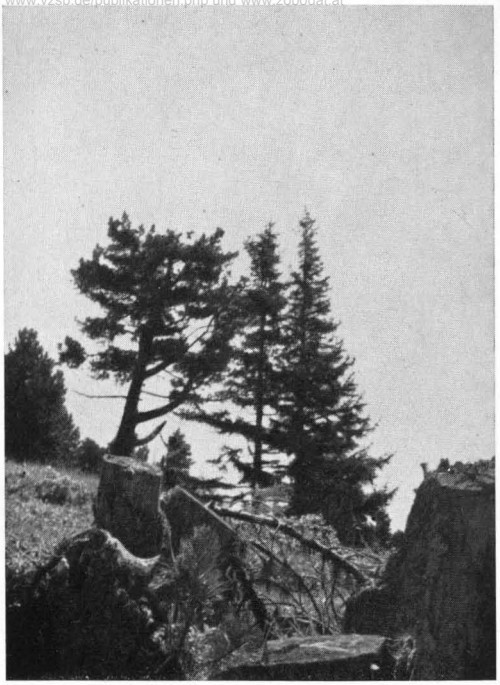
Abb. 3 Mittelgebirgsterrasse von Igls-Lans (900 m), Innsbruck-Stadtgebiet (580 m) und Nordkette (2600—2300 m).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at



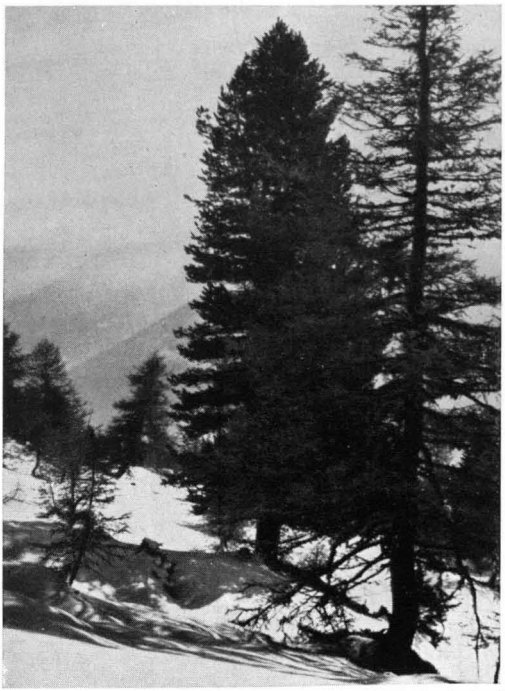
Aufn. E. Winkler, Innsbruck

Abb. 4 Patscherkofel-Schutzhaus (1970 m), davor stark beweidete Kofel-Alm.



Aufn. E. Winkler, Innsbruck

Abb. 5 Zirben und Fichten an der Waldgrenze, alte mächtige Zirbenstöcke, vereinzelt Jungzirben.



Aufn. E. Winkler, Innsbruck

Abb. 6 Mächtige Zirben am Waldrand (15 m).

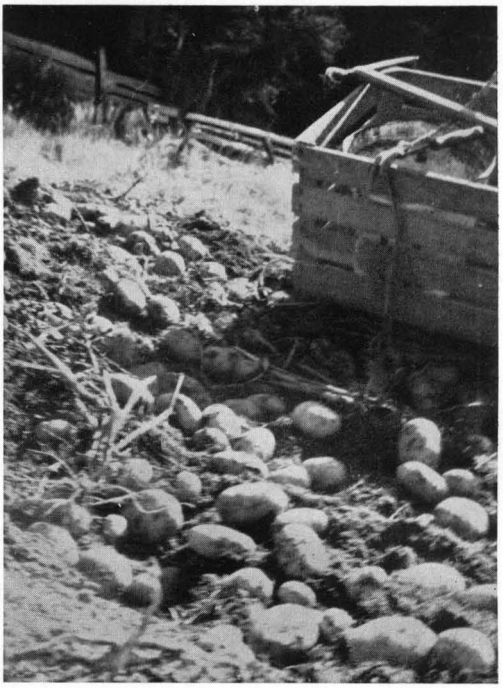
Aufn. E. Winkler, Innsbruck

Abb. 7 Subalpiner Fichtenwald (1800 m) mit mächtigen Bartflechten an den Ästen.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

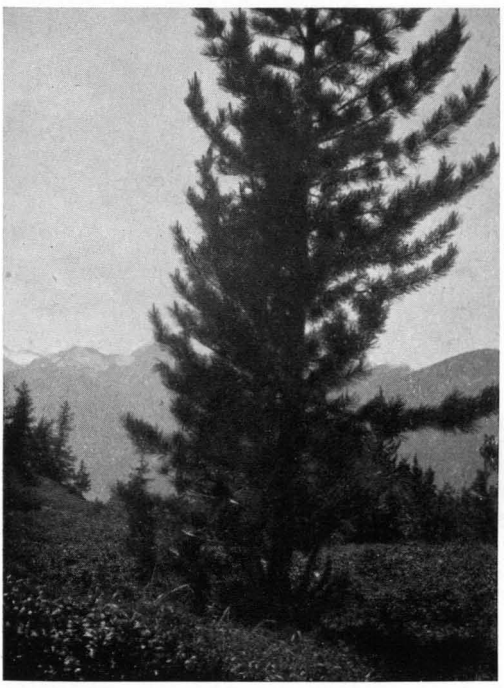
Aufn. W. Büttner, Innsbruck

Abb. 8 Kartoffelfeld nahe der Hochmahdalm (1880 m) mit abgedorrtem Kartoffelkraut (10. X. 1958).



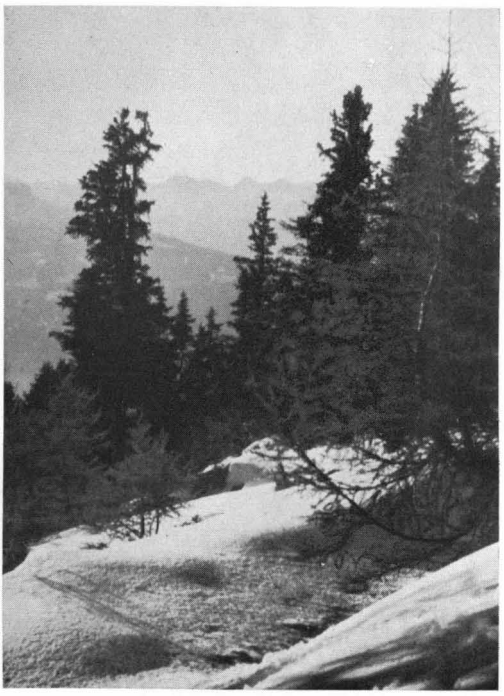
Aufn. W. Büttner, Innsbruck

Abb. 9 Reicher Kartoffelsegen in subalpiner Lage! (10. X. 1958). Oberarnbacher Frühe.



Aufn. W. Büttner, Innsbruck

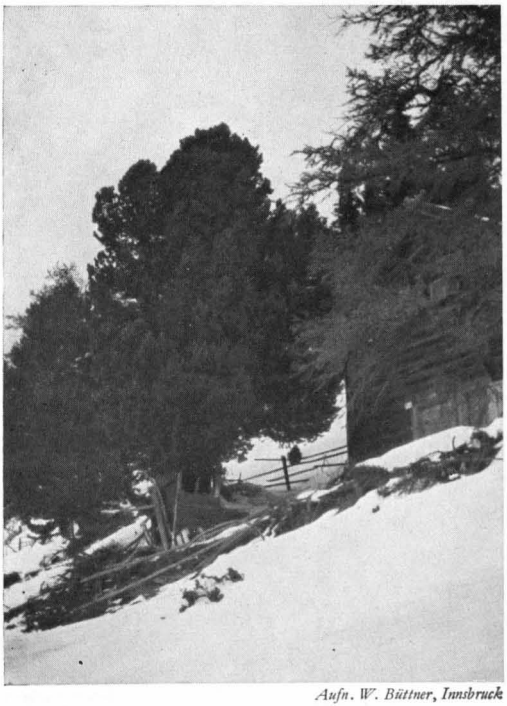
Abb. 10 Alte Zirbe im Heidelbeer-Alpenrosen-gebüsch. Ausblick ins Hochstubai.



Aufn. W. Büttner, Innsbruck

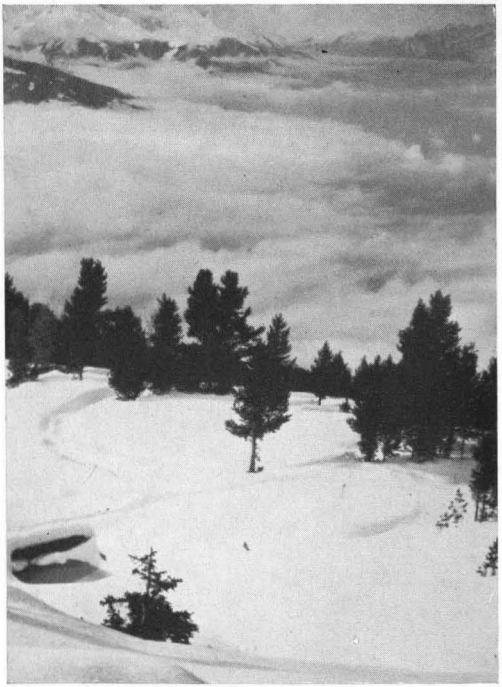
Abb. 11 Wintereinbruch am 17. X. 1958.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at



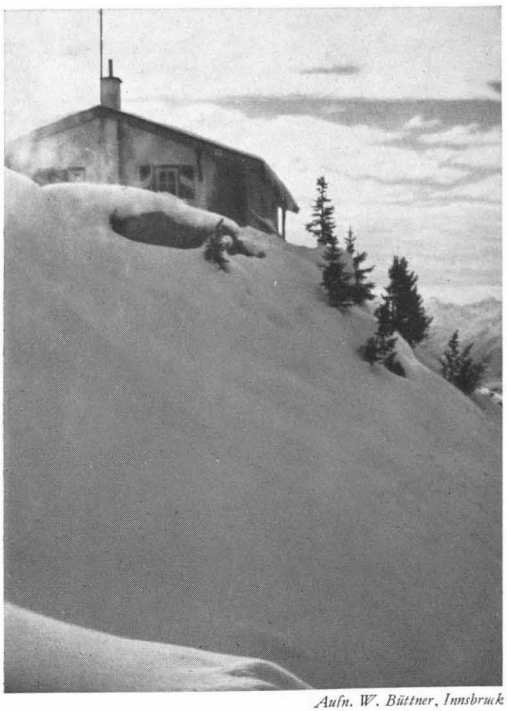
Aufn. W. Büttner, Innsbruck

Abb. 12 Winterbeginn an der Waldgrenze (17. X. 1958). Schneehöhe 15 cm.



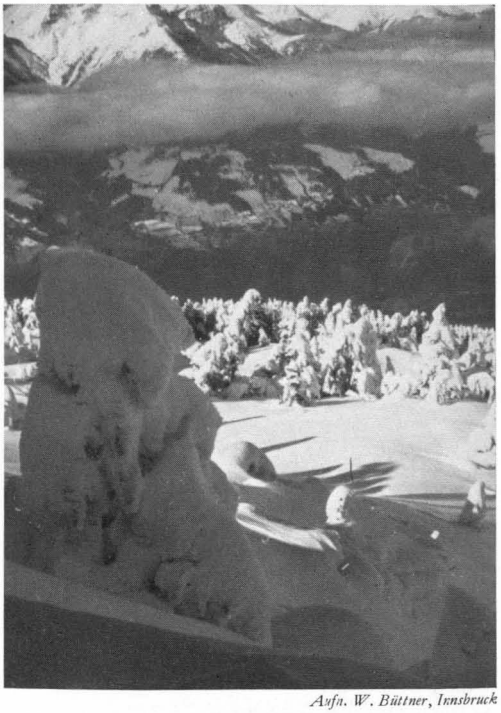
Aufn. W. Büttner, Innsbruck

Abb. 13 Hochwinter im Alpengarten am Patscherkofel (II. 1956).



Aufn. W. Büttner, Innsbruck

Abb. 14 Alpengartenhütte schneit meist völlig ein. Schneehöhe hier etwa 200 cm.



Aufn. W. Büttner, Innsbruck

Abb. 15 Winter an der Wald- und Baumgrenze. Eine oft meterdicke Schneelage bedeckt den Zwergstrauch-Unterwuchs und verhüllt weitgehend die Einzelbäume (II. 1958).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

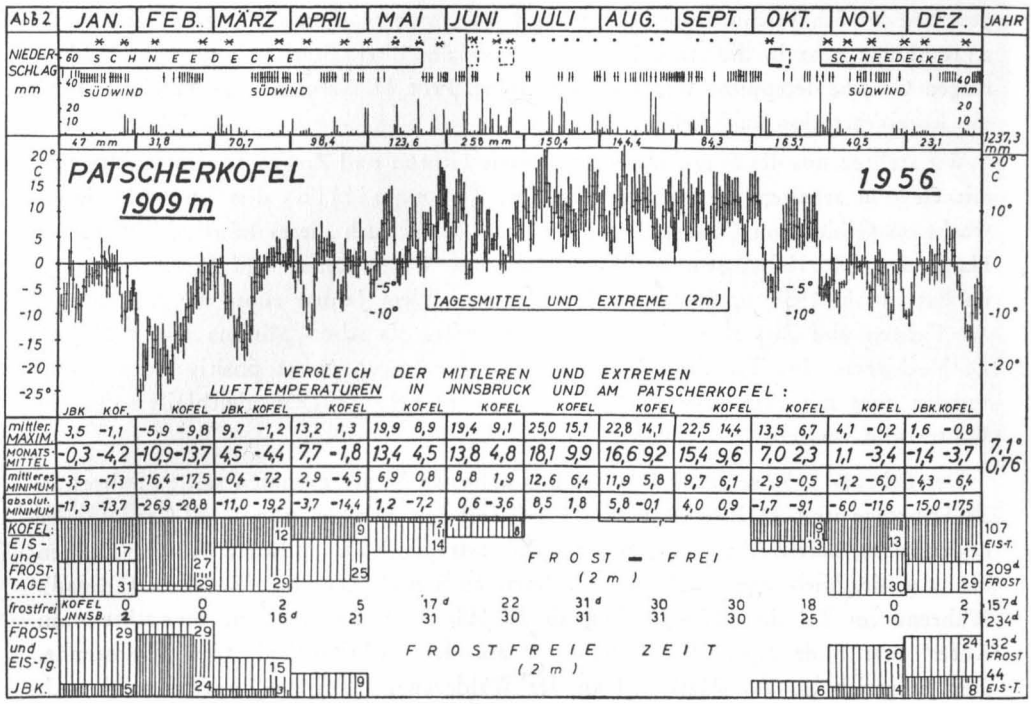
gedeihen im Schneeschutz vortrefflich, und Vaccinien machen sich breit. Die Zwergstrauchheide geht in die stark beweidete Kofelalm über. Stark windgefegte Flächen tragen Gemsheideteppiche und Flechtenvereine. Prof. H. Gams hat im Jahrbuch 1937 die Kofelvegetation ausführlich behandelt.

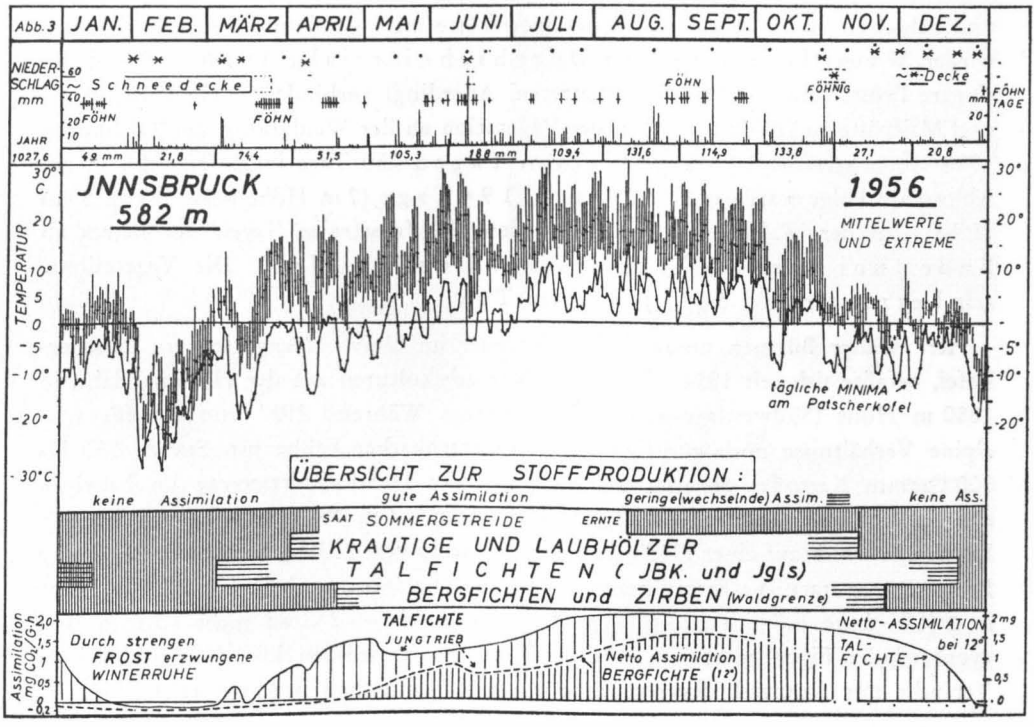
Wir stellten uns die Frage, wann erwachsene Fichten und Zirben an der Waldgrenze mit Gewinn arbeiten können, nachdem Dr. Tranquillini dies für Zirbenjungwuchs im Gebiet von Obergurgl geklärt hatte (siehe auch dieses Jahrbuch 1956). An Hand der Abbildungen 2—5 will ich nun Wetterablauf und Stoffproduktion im Extremjahr 1956 am Kofel schildern: Trotz mildem Januar ruhte die Assimilation der Fichten und Zirben an der Waldgrenze völlig, da schon Minima um — 5 Grad sie blockieren. Im Tal aber konnten die Fichten noch etwas positiv assimilieren, wurden aber mit dem scharfen Kälteeinbruch im Februar 1956 gleichfalls sofort in Winterruhe versetzt.

Der Februar 1956 regiert mit unter den kältesten Wintermonaten seit 50 Jahren... 29 Frosttage und 27 Eistage (bzw. 24 im Tal) mit Minima von — 32 Grad in der bodennahen Luftschicht (10. Februar). Die extreme Kälte milderte sich erst gegen Monatsende, blieb aber im März und April auch noch grimmig (Kofel — 15 Grad). Während im Tal die Fichten schon ab 20. März gut assimilierten, „erwachten am Kofel" erst Ende April die Nadelhölzer aus der nachtfrostbedingten Winterruhe. Der Jungtrieb im Tal (Mai) und an der Waldgrenze (Juni) verringerte wohl noch einmal die assimilatorische Leistungsfähigkeit und damit den Reingewinn. Mit voller Nadelreife (Juli bzw. August) hatten Fichten und Zirben Sommerleistung erreicht und behielten sie bis Oktober bei, bis Sperrfröste mit — 5 Grad an der Waldgrenze wieder Winterruhe erzwangen. Im Durchschnittsjahr 1958 sind viel geringere Fröste (um — 17 Grad) aufgetreten. Allerdings verhinderten ein kalter April und Maifröste zu frühes Erwachen der Vegetation an der Waldgrenze. Im Tal blieben 1958 von insgesamt 246 frostfreien Tagen 230 Tage bodenfrostfrei, in geschlossener Folge waren es ab 13. April 194 Tage (2 m Höhe bzw. 181 in 5 cm Höhe). An der Waldgrenze waren von den 172 frostfreien Tagen des Jahres ab Ende Juni nur 105 Tage geschlossen frostfrei. Die Vegetationszeit beträgt rund 54% jener im Tal.

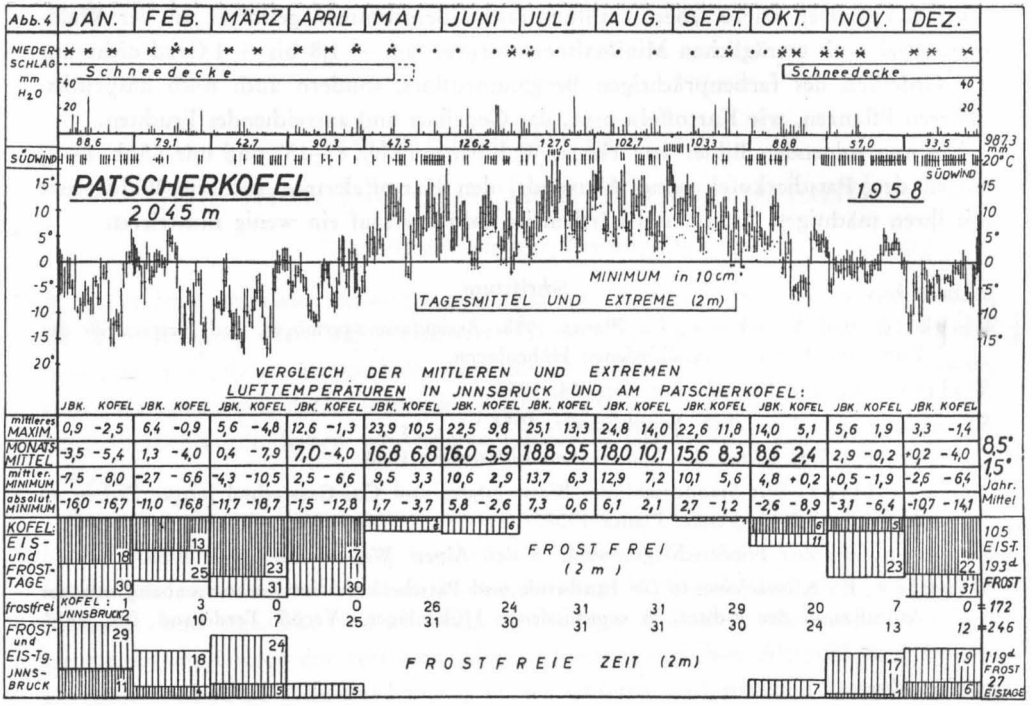
Herr Walter Büttner, unser eifriger Betreuer im Univ.-Alpengarten am Patscherkofel, befaßte sich seit 1954 mit Kartoffelversuchskulturen auf der Hochmahdalm in 1880 m Höhe (Südwestlage an der Waldgrenze). Während 1957 von der für subalpine Verhältnisse noch günstigen Sorte Oberarnbacher Frühe pro Staude 250 bis 300 Gramm Kartoffel geerntet wurden, stieg der Durchschnittsertrag im heurigen günstigen Sommer auf 500—600 Gramm pro Staude (im Tal etwa 1 kg pro Staude). Ein Großversuch auf einer Fläche von 44 m² brachte von 11,7 kg Saatgut sogar 211 kg Ernte. Dieser stattliche Ertrag bezeugt, daß Kartoffelanbau auch in fast 1900 m Höhe in S-(SW-)Lage möglich ist, geringe Bodenfröste bis — 2 Grad nicht schaden und eventuell der Eigenbedarf von Almbetrieben gedeckt werden könnte. Auch weitere Versuche mit Ananas-Erdbeeren, Zwiebeln und Radieschen brachten reichlichen Er-

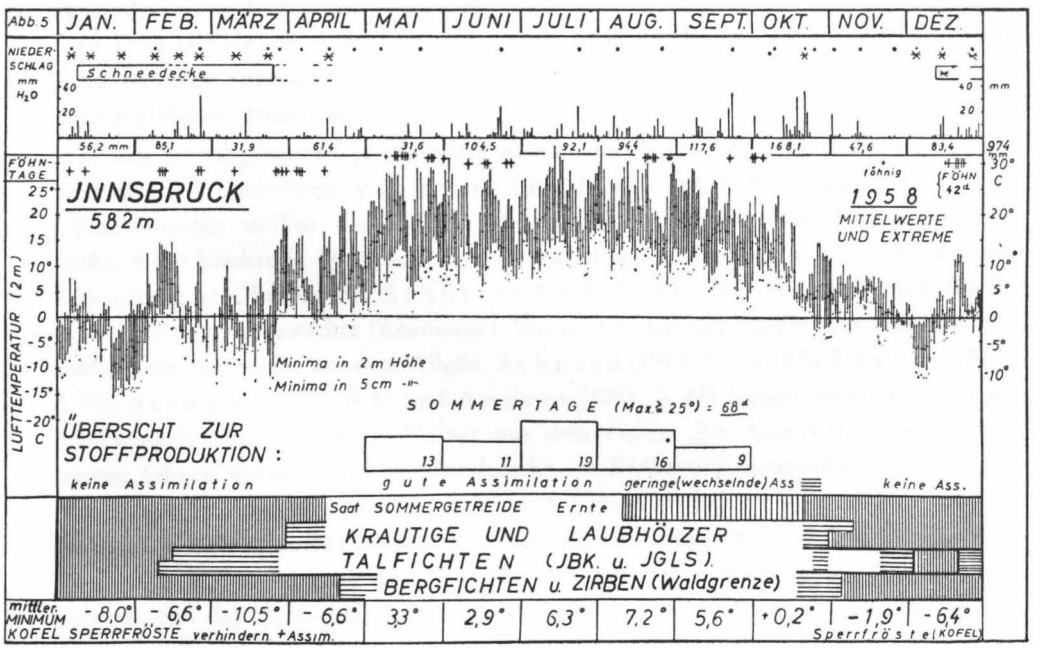
© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at





© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at





© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

trag (20 kg). Der kurze, aber strahlungsreiche Bergsommer gestattet an der Waldgrenze bei noch erträglichen Minimaltemperaturen um — 1,8 bis + 1 Grad nicht nur das Gedeihen des farbenprächtigen Bergblumenflors, sondern auch noch anspruchsvolleren Pflanzen, wie Kartoffeln usw., das Gedeihen und ausreichendes Fruchten.

Die nun folgenden Bilder von Herrn W. Büttner (Abb. 8—15) und mir (Abb. 1—7) mögen den Patscherkofel, seine Almweide, den Kartoffelertrag und die Waldgrenze mit ihren mächtigen Zirben und Lärchen im Jahresverlauf ein wenig illustrieren.

Schrifttum

Pisek, A. und Winkler, E.: Planta 1958. Assimilationsvermögen und Respiration der Zirbe und Fichte in verschiedenen Höhenlagen.

Walter, H.: Ber. Deutsch. Bot. Ges. 68, 1955.

Steinhauser, F.: Jahrb. Sonnblickver. 1954.

Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht 1950.

Tranquillini, W.: Standortsklima, Wasserbilanz und Co_2-Gaswechsel junger Zirben an der alpinen Waldgrenze. Planta 1957.

Tollner, H.: Zur Niederschlagmessung in den Alpen. Wetter und Leben 1956.

Winkler, E.: Klimaelemente für Innsbruck und Patscherkofel im Zusammenhang mit der Assimilation der Fichten in verschiedenen Höhenlagen. Veröff. Ferdinand. Ibk. 1957.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere

Jahr/Year: 1959

Band/Volume: 24_1959

Autor(en)/Author(s): Winkler Erich

Artikel/Article: Vegetation und Stoffproduktion an der Waldgrenze am Patscherkofel und ihre Abhängigkeit von Niederschlag und Temperatur 121-128