

Klimaelemente für Innsbruck (582 m) und Patscherkofel (1909 m) im Zusammenhang mit der Assimilation von Fichten in verschiedenen Höhenlagen

(Mit 10 Abbildungen und 1 Tabelle)

Von Erich Winkler

Das Zusammenspiel aller meteorologischen Elemente zu einer bestimmten Zeit und an einem bestimmten Ort bildet das Wetter, ihr Ablauf im Jahresgang die Witterung. Die Klimatologie als die Lehre vom durchschnittlichen Verlauf der Witterungserscheinungen oder den mittleren Zuständen der Atmosphäre (Hann-Süring 1939) liefert für jede ökologische und physiologische Untersuchung wichtige Grundlagen, die zum tieferen Verständnis der Untersuchung meist unbedingt erforderlich sind.

Über „Die meteorologischen und klimatographischen Verhältnisse Innsbrucks“ berichtete schon 1874 K. von Dalla-Torre und nach der Gründung eines meteorologischen Observatoriums daselbst Ende 1890 auch Feßler für die Zeit 1891 bis 1905. H. von Ficker hob in der „Klimatographie von Tirol und Vorarlberg, Wien 1909“ die durch den häufigen (Süd-)Föhn begünstigte Lage Innsbrucks und seine dadurch gegenüber dem sonstigen Inntal erhöhten Temperaturen hervor. Für den folgenden Zeitabschnitt 1906 bis 1930 besitzen wir von E. Ekhart eine alle Klimaelemente umfassende ausgezeichnete Arbeit („Das Klima von Innsbruck“), auf die ich mich vielfach stützen konnte. Die Veröffentlichungen des Hydrographischen Zentralbüros Wien (1951, 1952) behandeln die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse und geben für Innsbruck dekadenweise summiert Monatstemperaturmittel und Niederschlagsmengen an.

Ich verdanke Herrn Prof. Dr. Hoinkes, Doz. Dr. Mayr, Ass. Dr. Reiter und den Herren der Patscherkofelwetterstation für die Jahre 1955/1956/1957 Einsichtnahme in die Monatsmeßbögen und freundliche Auskünfte aller Art. Auch die meteorologische Zentralanstalt Wien stellte uns die Meßwerte am Patscherkofel für die Zeit von 1932 bis 1950 zur Verfügung.

Prof Dr. A. Pisek nahm auch an dieser Arbeit regen Anteil und förderte mich durch wertvolle Ratschläge. Standen wir doch vor der Aufgabe, aus dem so komplexen Klimabereich mit zahlreichen Einzelgrößen jene wichtigen Klimaelemente zu erkennen und — wenn möglich — zu isolieren, welche die Stoffproduktion der Fichten im Tal (600 m), bei Igls (900 m) und an der Patscherkofelwaldgrenze (1840 m) maßgeblich beeinflussen. (Siehe auch Pisek und Winkler, *Planta* 1958.)

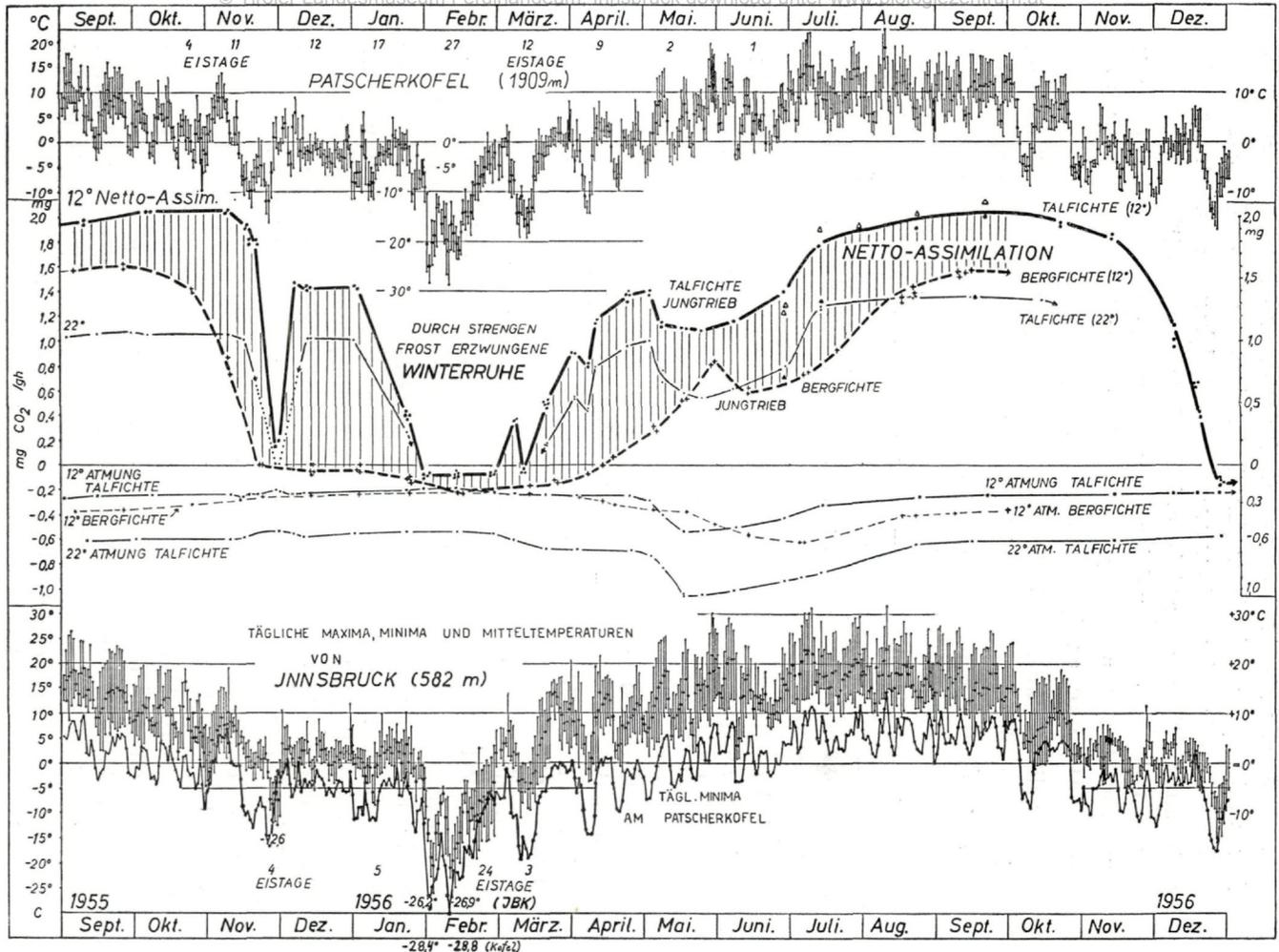
I. Jahresgang des Assimilationsvermögens der Fichte

An der Wald- und Baumgrenze in Obergurgl (Ötztal) untersuchte Dr. Tranquillini seit 1953 den Stoffwechsel von Jungzirben am Standort und bestimmte in langen Versuchsreihen vor allem Assimilation und Atmung mit einem Ultrarotabsorptionsschreiber (URAS) (*Planta* 1955, 1957). In den Jahren 1955 und 1956 wurden nunmehr auch in Laboruntersuchungen des Botanischen Institutes der Universität Innsbruck frisch vom Standort eingebrachte Zweige von 8 m hohen Zirben, Talfichten und Fichten der Waldgrenze auf ihren CO₂-Stoffwechsel geprüft und ergaben parallel zu den Freilandsversuchen von Dr. Tranquillini völlig gleichartigen Verlauf des jährlichen Assimilationsvermögens. Damit konnten die ökologisch-physiologischen Erfahrungen der Freilandversuche im Laborversuch erweitert und durch zweijährige Reihenuntersuchung das Assimilationsvermögen im Jahresablauf bei 10.000 Lux (entspricht diffusem Sonnenlicht!) festgestellt werden.

Die CO₂-Assimilation unserer wichtigsten zentralalpiner Waldbäume Fichte und Zirbe ist im Laborversuch und natürlich auch im Freiland unter sonst gleichbleibenden Bedingungen vom Temperaturverlauf streng abhängig. Das Optimum der Nettoassimilation bei 10.000 Lux liegt im Sommer bei der Talfichte im Bereich von etwa 9 bis 14 Grad. Bei darüber ansteigender Temperatur wird die Bruttoassimilation (1 = Gesamtstoffgewinn) weniger stark gefördert als die kräftig zunehmende Atmung (2), so daß der aus 1 und 2 sich ergebende Reingewinn = Nettoassimilation schon bei 22 Grad merklich geringer wird und bei etwa 32 bis 36 Grad Null erreicht.

Wir wählten nun zur Beurteilung des im Jahresgang schwankenden Temperaturfaktors zwei geeignete Temperaturen aus. Für den optimalen Bereich 12 Grad (Nadeltemperaturmittel thermoelektrisch kontrolliert und durch gleichmäßige Beleuchtung mit 10.000 Lux-Warmtonröhren und wasserumspülten Küvetten auf 0,2 Grad stabil erhalten); und entsprechend sommerlicher Beanspruchung 22 Grad. Frisch vom Standort entnommene Zweigstücke wurden nunmehr alle 14 Tage

Abb. 1 Jahrgang der Nettoassimilation der Kohlenstoffsäure bei Tal- (600 m) und Bergfichte (1840 m) im Zusammenhang mit den Temperatur-Minima und -Maxima vom September 1955 bis Dezember 1956 (Extremjahr).



binnen 3 Stunden bei 12 und 22 Gad (10.000 Lux) in Küvetten des Ultrarotabsorptionsschreibers (Uras) eingelegt und ihre Nettoassimilation, sowie ihre Atmung in Parallelproben registriert. Die Assimilationsleistung der Tal- und Bergfichten in mg CO₂-Bindung pro Gramm Trockengewicht und Stunde wurde nunmehr in Abbildung 1 mit dem jährlichen Temperaturgang zu einer Übersicht des jährlichen Assimilationsvermögens vereinigt.

Wir wollen es kurz analysieren. Die Nettoassimilation der Fichten im Tal und an der Patscherkofel-Waldgrenze ist bei den nunmehr völlig ausgereiften Zweigen im September 1955 optimal.

Am Patscherkofel (1840 m) erniedrigen im Oktober mehrmalige Temperaturminima um -3 Grad (bis -5 Grad) die Assimilation vorerst geringfügig, während die scharfen Novemberfröste mit Minima von -10 bis -15 Grad die positive Nettoassimilation bereits beenden.

Im Tal wirkt sich das vereinzelte Auftreten geringer Fröste im Oktober noch nicht merklich aus. Auch die Fröste im November (um -10 Grad) sind ganz kurz und bedeuten hier nur für etwa eine Woche Assimilations-einschränkung. Während im milden Dezember 1955 bis 10. Jänner 1956 die Tagesmittel im Tal $+2$ bis $+3$ Grad nicht viel unterschreiten (Minima einige Male -4 , selten -6 Grad) und den Tal-fichten noch erheblichen Stoffgewinn gestatten, sinken am Patscherkofel im gleichen Zeitraum die Nachtfroste stets auf -4 bis -6 Grad bei Tagesmitteln um -2 bis -3 Grad. Die Bergfichten haben nach den „Sperrfrösten“ im November keine positive Assimilationsbilanz aufzuweisen und befinden sich in Winterruhe. Von Ende Jänner bis Ende Februar 1956 ruht an der Waldgrenze infolge starker Kältewelle die Kohlensäurebindung, die CO₂-Ausscheidung ist im Licht wie im Dunkeln gleich groß. Die Gesamtphotosynthese ist Null, die Fichtenzweige atmen nur mehr entsprechend den Außentemperaturen. Auch im Tal ist die Brutto-Assimilation sehr gering geworden.

Im März 1956 zeichnen sich im Tal kürzere Temperaturanstiege auch als Assimilationszunahme ab. Kälterückschläge (um -6 Grad) hemmen am 10. III. 1956 neuerdings und erst ab 20. III. steigt — gemeinsam mit der Restitution der im Winter teilweise ab- (oder um-) gebauten Chloroplasten die Assimilationsleistung steil an. Die Fichten an der Waldgrenze können sich erst Mitte bis Ende April aus der noch vielfach temperaturbedingten Winterruhe lösen und folgen im Mai endgültig den schon längst hochaktiven Tal-fichten.

Die Schattenzweige weichen etwas vom bisher geschilderten Verhalten der zweijährigen Sonnenzweige ab. Ihr Chlorophyllzustand ist wintersüber besser, sie bleiben reingrün, verfärben sich nicht und werden um etwa 14 Tage früher aktiv. (Genauerer siehe Pisek und Winkler, *Planta* 1958.)

Ab Anfang Mai entfalten sich im Tal die Jungtriebe, am Patscherkofel erst anfangs Juni und drücken mit ihrer relativ starken Atmung die Leistung der zweijährigen Gesamtriebe. Mit vollständiger Ausreifung Mitte Juli (Tal) bzw. Ende August (Waldgrenze) wird auch die Atmung des letztjährigen Triebstücks gering und die Stoffproduktion verläuft nunmehr bis Mitte Oktober im Tal und bis in 1800 m Höhe ungestört.

Neuerliche scharfe Novemberfröste und Dezemberminima um -15 Grad setzen die Nettoassimilation wie erwartet herab und beenden sie auch im Tal diesmal schon ab 22. Dezember 1956.

Auch die Atmung zweijähriger Fichtenzweigstücke bei 12 und 22 Grad zeigt ausgeprägten Jahresgang. Nach dem winterlichen Tiefstand vom Jänner und Februar steigt die Atmung im Frühjahr an, erreicht durch die inzwischen entfalteteten Jungtriebe Höchstwerte und wird ab Ende Juli bzw. August auf den spätsommerlichen Wert gesenkt.

II. Einfluß der Lufttemperatur auf das Assimilationsvermögen

Für die momentane Assimilation ist die Nadeltemperatur ausschlaggebend. Sie schwankt aber am Standort je nach Einstrahlung, Bewölkung, Windstärke und Exposition des Zweiges und kann sowohl zur Überwärmung besonnener Nadeln gegenüber der Lufttemperatur als auch zur Unterkühlung beschatteter Nadeln führen. „Die wahre Nadeltemperatur“ ist aber nur an Jungbäumen bzw. einigen zweckmäßigen Stellen großer Bäume gleichzeitig elektrisch registrierbar und erfordert erheblichen apparativen und geldlichen Aufwand (da auf strahlungsfreie Temperaturmessung streng geachtet werden muß).

Untersuchungen dieser Art wurden in den letzten Jahren von Tranquillini an der Baumgrenze in Obergurgl im großen Maßstab durchgeführt (*Planta* 57).

Bei bedecktem Himmel bzw. bei der in größeren Höhen und freien Lagen häufigeren kräftigen Luftbewegung gleicht sich die Nadeltemperatur besser an die Lufttemperatur an, so daß vorläufig Lufttemperaturmessungen — Großklimawerte — im Jahresgang bereits klar erkenntliche Ergebnisse brachten.

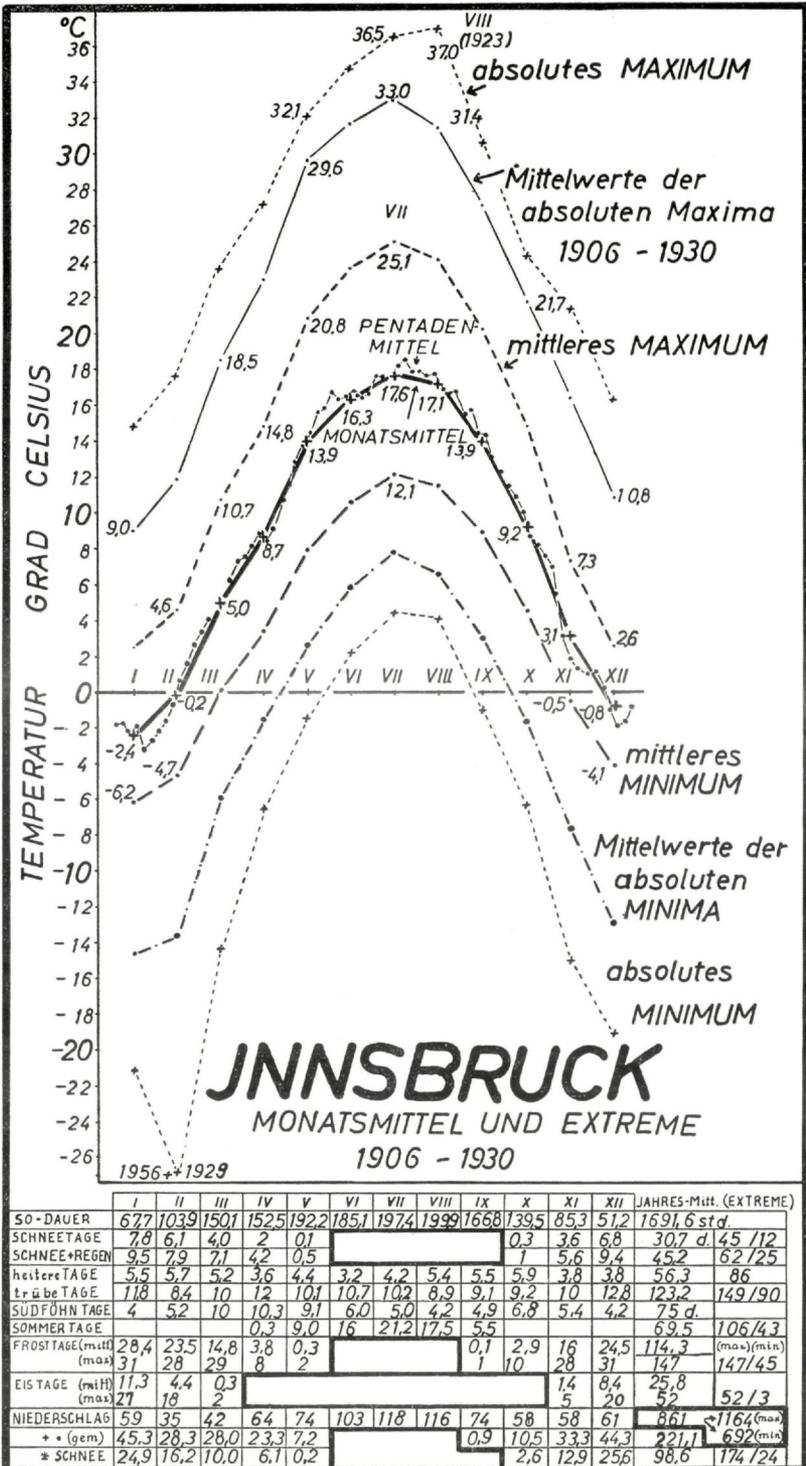


Abb. 2

Die Maxima, Minima und Mittelwerte der Lufttemperaturen sind durch die meteorologischen Stationen leicht und sicher feststellbar und für das Großklima Innsbrucks und der Waldgrenzenlage am Patscherkofel repräsentativ. Bevor wir auf den Witterungseinfluß der Jahre 1955 und 1956 näher eingehen, wollen wir uns eine Übersicht über den langjährigen Temperaturverlauf von Innsbruck bilden.

Die zehnjährigen Mittel der Jahrestemperaturen ergeben sich

von	1851 bis 1900	mit 7,9 Grad*,
von	1901 bis 1910	mit 8,2 Grad,
von	1911 bis 1920	mit 8,4 Grad,
von	1921 bis 1930	mit 8,6 Grad
und erreichen	1941 bis 1950	sogar 9,0 Grad.

Das ist eine beachtliche Zunahme trotz der in Abb. 9 ersichtlichen Einzelwertschwankung. Diese Zunahme verliert sich von 1951 bis 1956 vollständig; im Extremjahr 1956 muß man sogar das tiefste Jahresmittel (7,1 Grad) seit 50 Jahren anführen.

Abbildung 2 bringt die von Ekhart zusammengestellten Monatsmittel und Extreme für die Zeit von 1906 bis 1930 in Diagrammdarstellung. Dem Monatsmittel (mit Temperaturwerten) ist auch das Pentadenmittel überzeichnet. Letzteres weist Ende Jänner, Anfang Februar (besonders für absolute Minima) als kältesten Zeitabschnitt aus. Das absolute Minimum von $-26,8$ Grad im Februar 1929 wurde im Februar 1956 mit $-26,9$ Grad unterboten, während das absolute Maximum mit 37 Grad (VIII. 1923) auch heute noch für Innsbruck den Höchstwert darstellt**.

Im langjährigen Mittel treten 114 Frosttage pro Jahr vom Jänner bis April (selten Mai) und Oktober bis Dezember (selten September) auf, maximal sogar 147 Frosttage.

Innsbruck bringt es im langjährigen Durchschnitt nur zu 25,8 Eistagen, in Extremjahren maximal zu 52 (1956 waren es 44 Eistage). Für das Verständnis der biologischen Kältewirkung ist aber nicht nur

* Nach Handbuch der Klimatologie 1932.

** Dalla Torre (1874) führt noch zwei größere Extreme an:

21. II. 1845 $-27,3^{\circ}$

20. V. 1834 $+37,5^{\circ}$

(Über strenge Vergleichbarkeit dieser über 100 Jahre alten Meßwerte habe ich keine Information.)

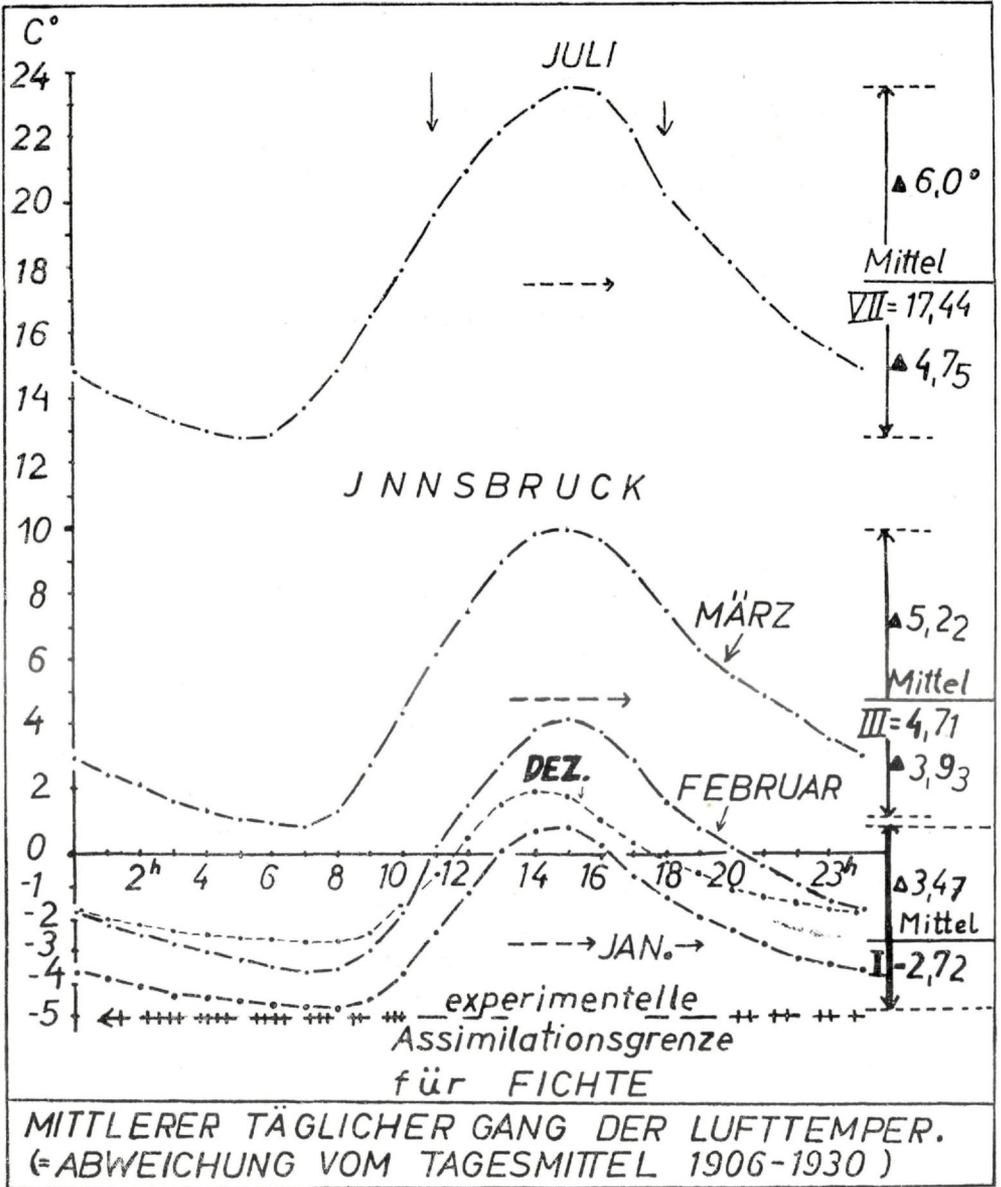


Abb. 3

die Zahl der Frosttage und Eistage (mit Minimum bzw. Maximum unter Null Grad) aufschlußreich, sondern auch der mittlere tägliche Gang der Lufttemperatur.

Abbildung 3 wurde nach den Zahlenunterlagen Ekharts für Innsbruck (1906—1930) für die Monate Dezember, Jänner, Februar, März und Juli entworfen und gibt uns einen Überblick über die durchschnittliche Einwirkungsdauer, wie viele Stunden am Tage wir im Winter strengen Frost bzw. im Sommer Temperaturen von 20 bis 23 Grad zu erwarten haben.

So zeigt sich also, daß im langjährigen Mittel im Jänner Frost unter -4 Grad von 24 bis 10 Uhr vormittags herrscht und gegen Sonnenaufgang die -5 -Gradgrenze erreicht, jene Temperatur, bei welcher Fichtennadeln nicht mehr positiv assimilieren. Dies konnte übrigens auch experimentell durch fortschreitende Abkühlung von Fichtenzweigen ab $+3$ Grad abwärts bestätigt werden. Die über Null Grad noch schwach positive Nettoassimilation nahm immer mehr ab, kompensierte bei -4 Grad fast und wurde bei $-4,5$ bis -5 Grad Null.

Im Februar werden von 24 bis 9 Uhr morgens Nachttemperaturen um -3 Grad erreicht. Talfichten können von 14 bis 16 Uhr bereits $+4$ Grad genießen, sind aber meist nachwirkend noch inaktiv. Im März entfallen die blockierenden Minima in der Regel, nur einzelne scharfe aber kurzdauernde Fröste um -6 Grad unterbrechen die im Tal bereits einsetzende Assimilation für kurze Zeit. Die Lufttemperaturen überschreiten im Juli/August die 22 Gradgrenze zwischen 11 und 16 Uhr, und noch mehr besonnte Nadeln. An windfreien Tagen können Überwärmungen der Nadeln über die Lufttemperatur mit 5 bis 6 Grad beobachtet werden. Hierbei nimmt die Nettoassimilation zufolge verstärkter Atmung ziemlich ab. Im Freien sorgen Wind, Turbulenz und wechselnde Bewölkung meist für Temperaturangleichung, extreme wolkenlose und windstille Sommertage sind besonders in Innsbruck selten. Für langfristige Vorhersagen des Verhaltens unserer Nadelhölzer ist demnach Abb. 3 ganz gut geeignet. Für kurzfristige jahresübliche Schwankungen geben uns die monatlichen mittleren Minima noch bessere Richtlinien.

Das Jahr 1955 kann als feuchteres Normaljahr bezeichnet werden.

Abbildung 4 nennt für Innsbruck (582 m) als Jahresmitteltemperatur 7,94 Grad. Die absoluten Minima gehen nicht tiefer als -12 Grad (bis März!), die mittleren Minima liegen im Jänner und Februar um 1 Grad höher als im langjährigen Durchschnitt (1906—1930). Allerdings ist der Sommer etwas kühler und bringt im Juli 140 mm Niederschlag. Das absolute Maximum übersteigt 31,7 Grad nicht, das mittlere Maximum

beträgt 22,6 Grad. Die Wetterstation Patscherkofel-Hochmahdalm liegt in 1909 m Höhe und gibt für die Fichten-Zirbenwaldgrenze repräsentative Großklimawerte.

Der vielfältige Mikroklimakomplex wird erst etwa in zwei Jahren von der neuen Station der forsttechnischen Abteilung der Wildbach- und Lawinenverbauung genauer erforscht werden können.

Die Waldgrenzenlage auf dem Patscherkofel in 1800 bis 1900 m Höhe zeigt die Wirkung des bekannten Temperaturabfalles von etwa 0,6 Grad pro 100 m Höhenzunahme. Allerdings liegt der Patscherkofel im direkten Föhnbereich und kommt so gegenüber ähnlich hohen Lagen ohne Föhn einfluß zu etwas höheren Temperaturwerten. Für den Patscherkofel steht als Temperaturlangreihe nur der Abschnitt 1941 bis 1950 zur Verfügung. Das Jahresmittel 1955 mit 1,64 Grad entspricht dem zehnjährigen Mittel (1941—1950) 1,6 Grad gut, obwohl die meteorologische Station in diesem Zeitabschnitt in 2050 m Höhe lag. Allgemein kann gesagt werden, daß die mittleren Temperaturmaxima am Patscherkofel den mittleren Temperaturminima von Innsbruck entsprechen. Die mittleren Minima werden an der Patscherkofel-Waldgrenze erst ab Mai bis einschließlich September positiv und kommen im Sommer über 6 bis 7 Grad nicht hinaus, die absoluten Minima überschreiten die Nullgradgrenze nur im Juli und August (1955 also knapp zwei frostfreie Monate in 1900 m Höhe!). Die Monatsmittel von Juli und August betragen rund 9 Grad, das mittlere Maximum übersteigt kaum 14 Grad.

Das Jahr 1956 kann als strengstes Frostjahr seit 1900 bezeichnet werden.

Abbildung 5 (Seite 31) bringt das Diagramm der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse.

Die Jahresmittel betragen für Innsbruck nur 7,1 Grad,
am Patscherkofel (Hochmahd) 0,76 Grad.

Nach noch durchschnittlich kaltem Jänner sanken im Februar die Temperaturen extrem tief ab und blieben in Innsbruck mit den Minima fast den ganzen Monat unter -15 Grad, während am Patscherkofel (in Inversion) schon gegen den 20. Februar wesentlicher Rückgang der Kältewelle verzeichnet werden konnte. (Siehe in Abb. 1: Jahresgang der Temperaturen von Innsbruck mit überzeichneten Patscherkofel-Minima.)

Das absolute Minimum betrug am 3. II. in Innsbruck $-26,2$ Grad
und am 11. II. in Innsbruck $-26,9$ Grad.

Vom meteorol. Institut Innsbruck wurden in 5 cm Höhe über dem Boden

am 3. II. —32,0 Grad

und am 11. II. —31,8 Grad gemessen.

Die Lufttemperatur sinkt in bekannter Weise durch Ausstrahlung besonders in Bodennähe stark ab (Geiger 1950 u. a.). Allerdings zeigten von mir mit geeichten Minimumthermometern während der Kältewelle durchgeführte Versuche am 2./3. und 10./11. II. 1956, daß an großen Ästen in 4 m Höhe an der Meßfichte ebenfalls Minima von —30,5 und —31 Grad aufgetreten sind. Wir können demnach auch an anderen randlichen Kronenteilen der Fichten stärkere Abkühlung unter das jeweilige Luftminimum (damals —27 Grad) erwarten. Für weitere Untersuchungen des genaueren Temperaturverlaufes in einer Baumkrone ist Dauerregistrierung der Nadeltemperatur mit mindestens 15 bis 20 Platinwiderstandsthermometern in wichtigen Längsschnitten notwendig.

Bisher führten nur Michaelis 1934 und neuerdings Dr. Tranquillini und Dr. Aulitzky (Wildbach- und Lawinenverbauung Innsbruck) hier einschlägige Temperaturmessungen durch.

Die Februarkältewelle brachte am Patscherkofel Minima von —28,4 und —28,8 Grad (2. und 10. II. 1956) mit Tagesmitteltemperaturen von —15 bis —20 Grad. Die Temperatur in Bodennähe wurde hier leider nicht gemessen, das Minimum betrug aber sicher um —30 Grad.

Auch der Sommer 1956 wies mehrere Störungen auf, so im Mai und Juni. Der kräftige Schneefall am 8. Juni 1956 war in Innsbruck sehr wässerig (27 mm Schneeanteil), am Patscherkofel 78,3 mm Schnee, und verursachte im Tal besonders an Laubhölzern (Pappeln, Obstbäumen usw.) sowie auch am Nadelholz auf den Höhen erhebliche Druckschäden. Die Lufttemperatur sank in Innsbruck am 8. VI. und 9. VI. 1956 erfreulicherweise nur auf +0,6 bzw. +0,9 Grad ab (0,7 in 5 cm Bodennähe), während am Patscherkofel am

8. VI. 1956	Maximum	9,2	Minimum	—3,6	Tagesmittel	—2,7 Grad
9. VI. 1956	Maximum	—0,5	Minimum	—3,6	Tagesmittel	—1,6 Grad
10. VI. 1956	Maximum	4,9	Minimum	—3,4	Tagesmittel	1,9 Grad

gemessen wurden.

Nach dem niederschlagsreichen Juni (Innsbruck 188 mm, Patscherkofel 258 mm) folgten im Juli und August durchschnittliche Temperaturverhältnisse sowie ein auffallend warmer September.

Die aus den Pentadenmittelwerten 1906 bis 1930 gut vorauszusagenden Novemberfröste stellten sich auch 1956 besonders am

Patscherkofel deutlichst ein und ein bereits ab 20. XII. scharf kalt gewordener Dezember beendete durch Minima um -15 bis -20 Grad den Vegetationszyklus der Fichten an der Waldgrenze und im Tal.

Zusammenfassend und vergleichend (siehe Abb. 1) kann festgestellt werden, daß das Assimilationsvermögen der Fichte (und übrigens auch der parallel untersuchten Zirbe) in den Versuchsjahren 1955/1956 im Tal und an der Waldgrenze ganz auffällig dem Jahresgang der Temperatur folgt. Schon die strengen Novemberfröste blockieren den positiven Stoffgewinn an der Waldgrenze, im Tal nur vorübergehend, bis die langdauernde und extreme Kältewelle im Februar jeder Assimilation ein Ende setzt. Auch der Neubeginn der positiven Assimilation folgt im Tal und später an der Waldgrenze in ersichtlich enger Anlehnung an den Temperaturgang, so daß eine wesentliche Steuerung gesichert und die Vorhersage des Assimilationsablaufes durch den jährlichen Temperaturgang möglich ist.

Als Mittelstation stehen uns die Temperatur- und Niederschlagsmessungen von Rinn (900 m) zur Verfügung (Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung, Doz. Dr. E. Mayr). Rinn liegt am alten Talboden, ist uraltes Siedlungsgebiet und dürfte auch für die anderen umgebenden Orte des Mittelgebirges, z. B. Igls und unsere hier stehende Versuchsfichte vergleichbare Temperaturgrößen geben können.

Für Rinn, Innsbruck und Patscherkofel können wir auch die Temperatur-Jahresmittel der relativ warmen Dekade 1941 bis 1950 angeben und erhalten hiermit ein Höhenprofil in zentralalpiner Lage. Abbildung 7 enthält außerdem die Zehn-Jahreswerte der etwas höher gelegenen Wetterstation am Hafelekar (2293 m) und die entsprechenden Niederschlagswerte. (Die Niederschlagsmengen am Patscherkofel sind laut Angaben des hydrographischen Zentralbüros — Wien — infolge starken Windeinflusses als zu gering anzusehen.)

Abbildung 8 (Seite 36) bietet eine Zusammenstellung der Sommertage, Frosttage und Eistage in den Jahren 1955 und 1956 und erläutert ihre Bedeutung für die Stoffproduktion der Koniferen.

Wir ersehen aus ihr, daß den in Innsbruck

in den Jahren 1906 bis 1930 durchschnittl.	25,8 Eistagen
im Jahr 1955	20 Eistage
und im Jahr 1956	44 Eistage (220% von 1955)

gegenüberstehen, während der

Patscherkofel	1955	88 Eistage
	1956	107 Eistage (122%) hat.

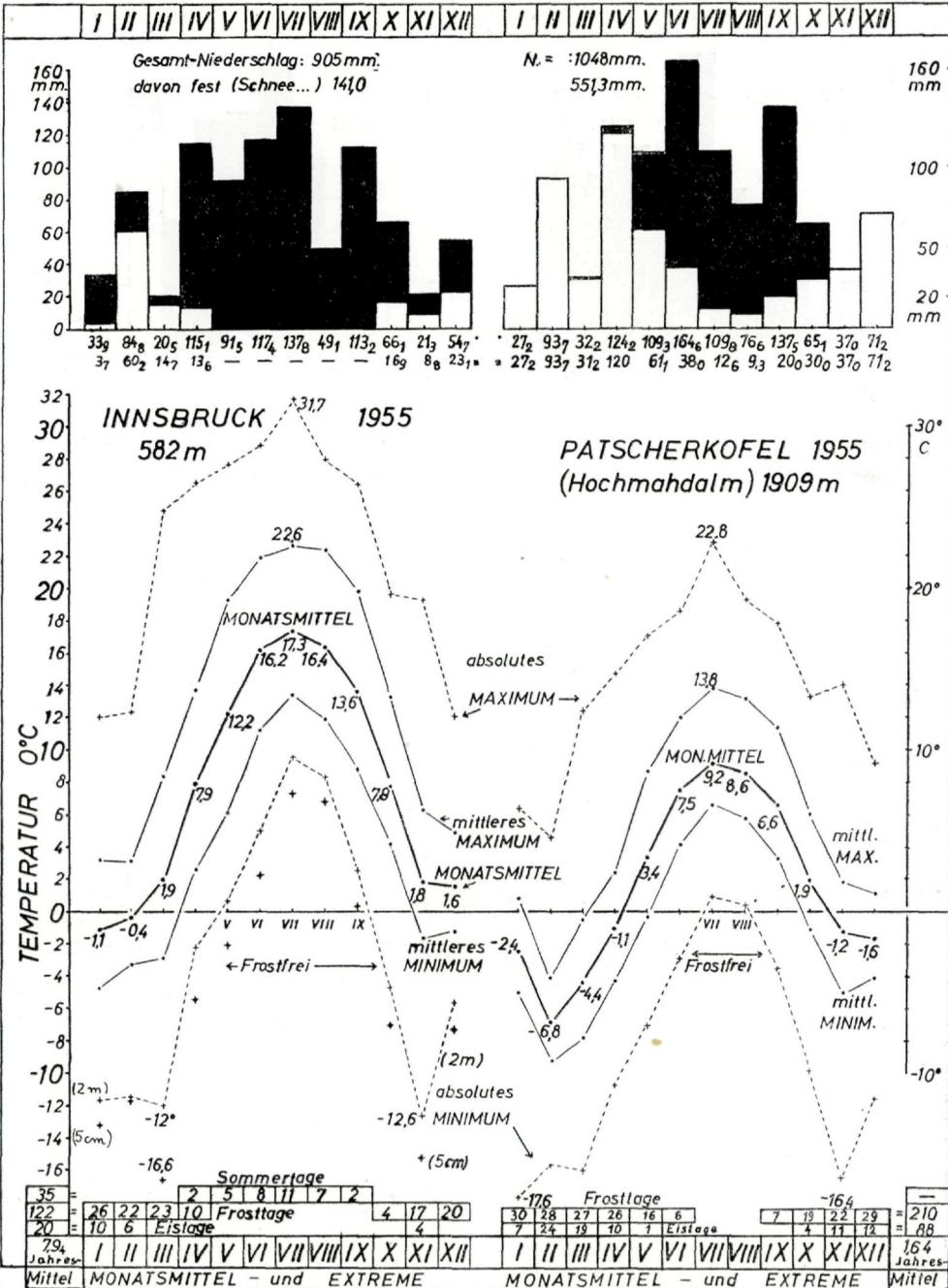


Abb. 4 1955. Monatsmittel und Extreme für Innsbruck (582 m) und Patscherkofel (1909 m).

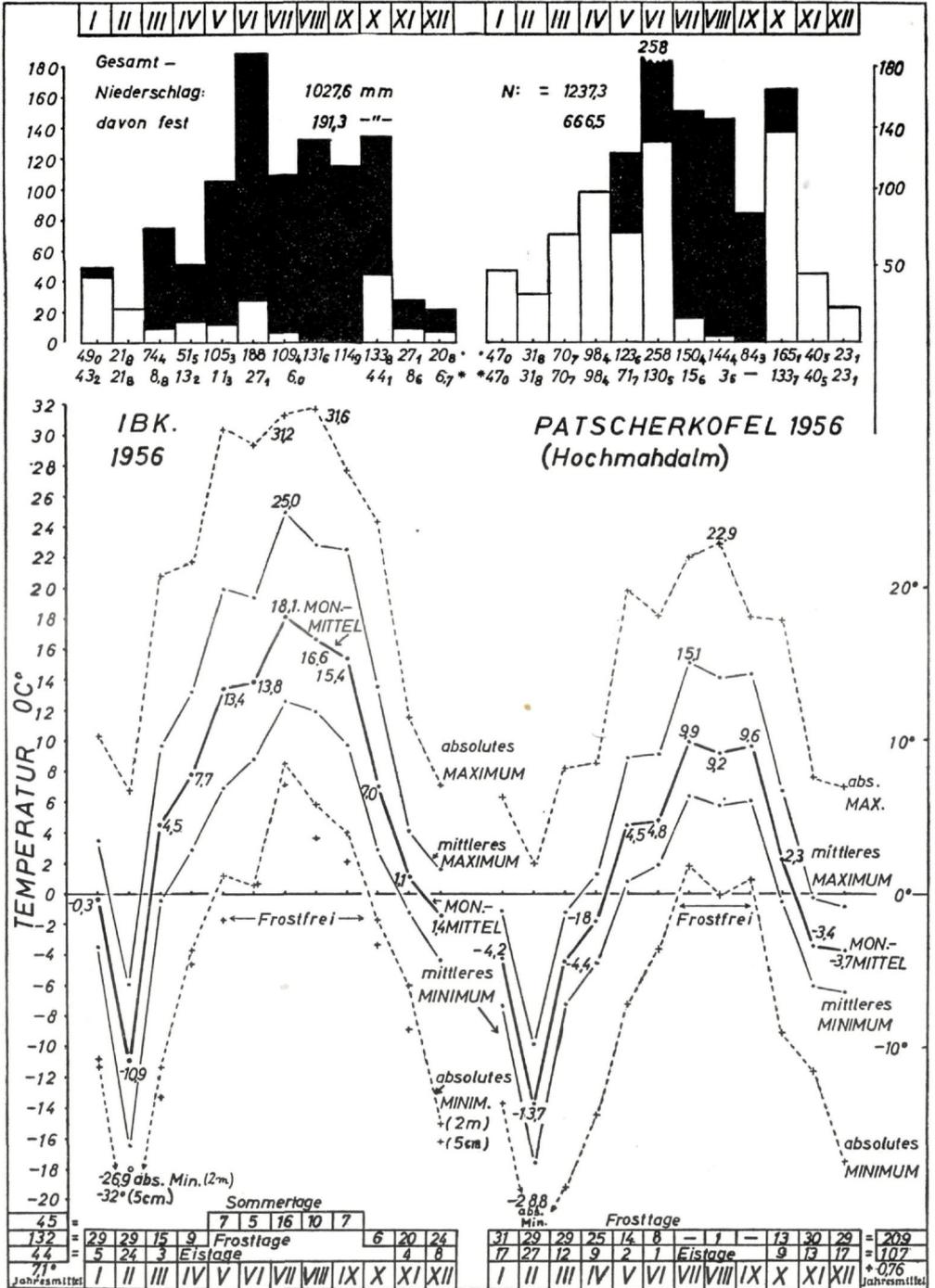


Abb. 5 1956. Monatsmittel und Extreme für Innsbruck (582 m) und Patscherkofel (1909 m).

Assimilation von Fichten in verschiedenen Höhenlagen

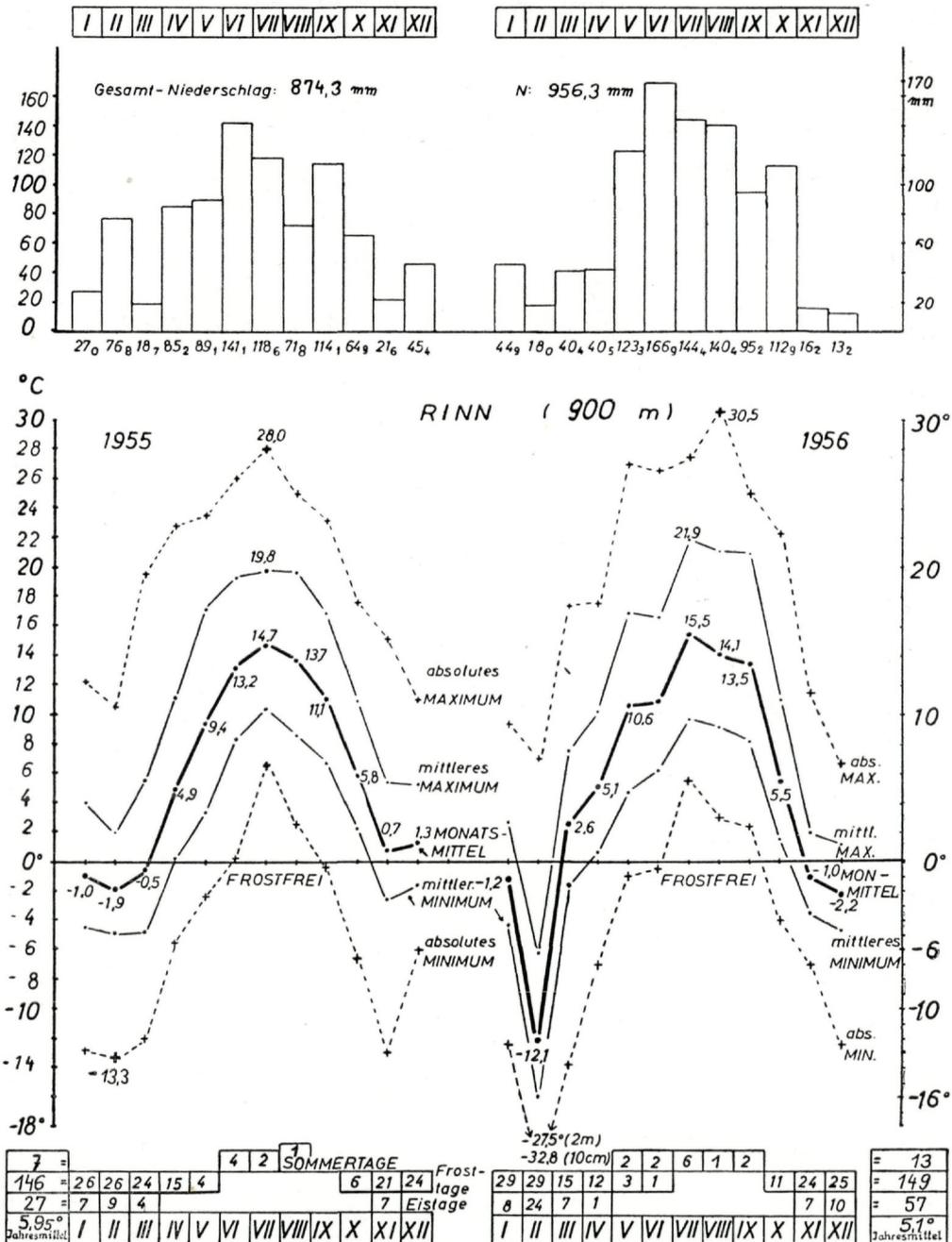


Abb. 6 1955 und 1956. Monatsmittel und Extreme für Rinn (900 m).

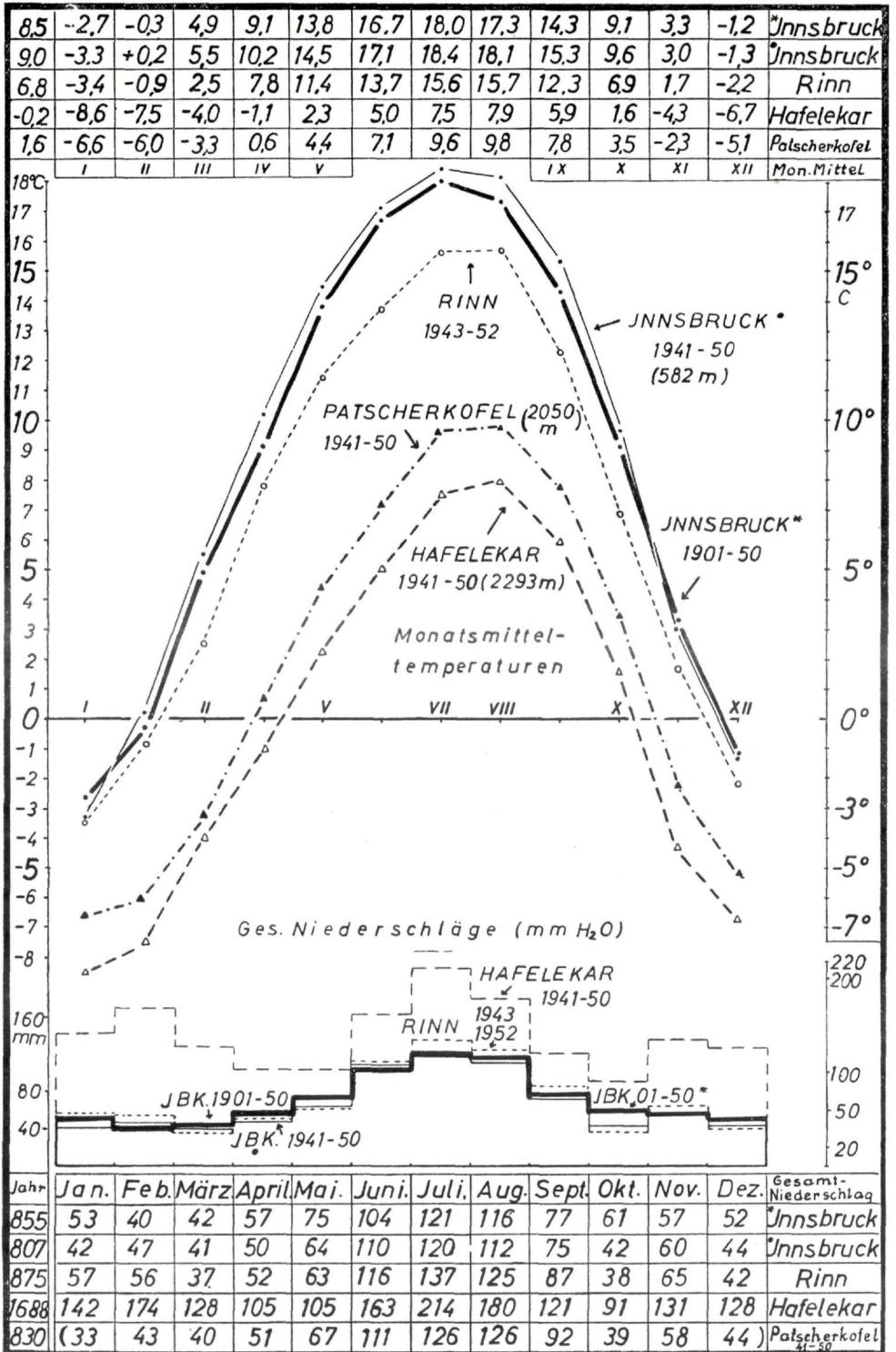


Abb. 7 Monatsmitteltemperaturen und mittlere Niederschläge für Innsbruck, Rinn, Patscherkofel und Hafelekar (zehnjährige Mittel).

Die Zahl der Frosttage Innsbruck 1906 bis 1930	114,3	
steigt im Jahr 1955	auf 112	(= 100%)
und im Jahr 1956	auf 132	(= 108%)

während die Zahl der Frosttage am

Patscherkofel 1955	mit 210	und
1956	mit 209	

etwa gleich bleibt!

Die extreme Wetterlage 1956 bewirkt vor allem eine Zunahme der Eistage (Verdoppelung in Innsbruck auffällig). Die Stoffproduktion ist an Eistagen auch bei Koniferen in der Regel gesperrt oder sehr stark behindert und an Frosttagen (mit Minima unter Null) noch gering!

An den für die CO₂-Assimilation günstigen Tagen mit Tagesmitteln von 0 bis 25 Grad konnten für Innsbruck 1955 303 Tage
1956 283 Tage

gezählt werden,

während Tagesmittel von 0 bis 20 Grad am Patscherkofel 1955 218 Tage
1956 199 Tage

aufweisen.

Die zur Stoffproduktion dienende gute bis noch günstige Zeit

sinkt von 303 Tagen (Innsbruck 1955)	= 100%
auf 218 Tage (Patscherkofel 1955)	auf 72% ab,
bzw. im Extrem von 283 Tagen (Innsbruck 1956)	= 100%
auf 199 Tage (Patscherkofel 1956)	= 70%.

Anders ausgedrückt, können in Innsbruck Koniferen in Normaljahren (z. B. 1955) an 83% aller Tage, an der Waldgrenze nur an 60% aller Tage mit Gewinn assimilieren (in Extremjahren nur an 77,5% bzw. 54,5% aller Tage).

Ergänzend sei aus dem Handbuch der Meteorologie (S. 963) noch mitgeteilt, daß in einer 200jährigen Periode (1748/49—1947/48) von 200 Wintern nur 31 kalt und streng waren und daß statistische Beziehungen mit den Sonnenfleckenextremen bestehen. (Es besteht gesteigerte Häufigkeit sehr kalter und strenger Winter um die Sonnenfleckenextreme, verringerte Häufigkeit 1 bis 2 Jahre vorher und sehr geringe Häufigkeit zwischen 1,1 bis 3,6 Jahren nach dem Sonnenfleckenmaximum.)

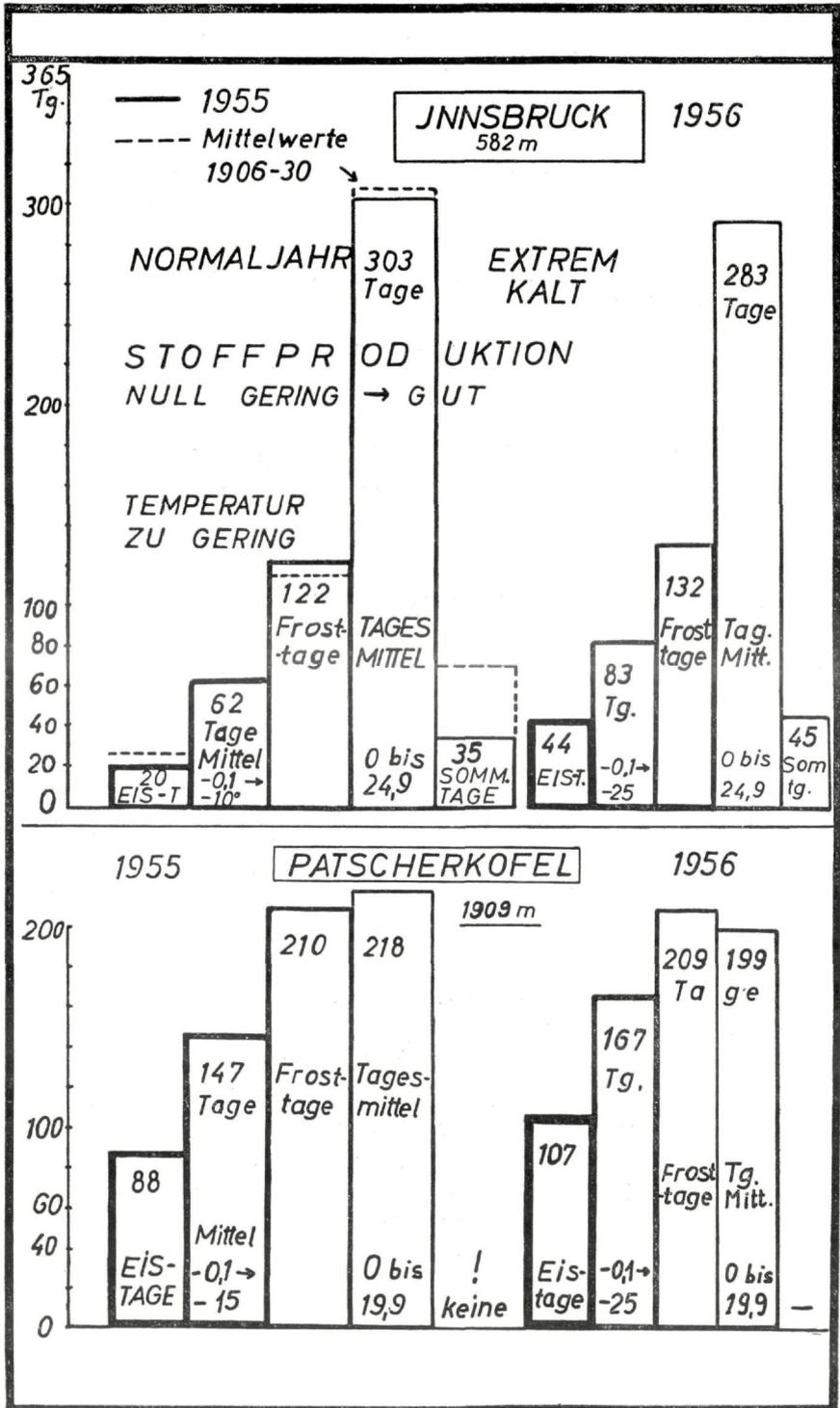


Abb. 8 Stoffproduktion der Fichte im Tal (600 m) und in 1800 m Höhe an Eistagen, Frosttagen und bei positivem Temperaturmittel im Jahr 1955 und 1956.

III. Einfluß der Niederschlagsverhältnisse

Die jährlichen Niederschlagswerte Innsbrucks in der Zeit von 1901 bis 1956 können bei Bedarf aus Abb. 9 entnommen werden und ergeben, abgesehen von den jahresüblichen Schwankungen (Extreme 635 mm und 1212 mm) in den verschiedenen Perioden ähnliche Mittelwerte:

- Abschnitt 1901 bis 1950 Mittelwert 855 mm
- 1906 bis 1930 Mittelwert 861 mm
- 1941 bis 1950 Mittelwert 807 mm (warme Dekade)

Da der Jahresverbrauch der Fichte in nicht zu niederschlagsreichen Gebieten je nach Bestandesalter und Lage etwa 300 bis 500 Liter / m²* beträgt, war der Wasserbedarf der Fichte und die freie Verdunstung an der Bodenoberfläche durch die Niederschläge von 900 und 1200 mm in den Jahren 1955 und 1956 sicher gedeckt.

Bei der Fichte treten auch zufolge ausgeglichener Regulationsmöglichkeit der Spaltapparate, Spaltweitereverringung ab 6 bis 9% Wasserdefizit und Spaltenschluß bei 13 bis 16% Wasserdefizit, kaum größere Wasserverluste auf. Die geringe kutikuläre Transpiration der Fichten- und Zirbennadeln (1 bis 2 mg/Gramm und Stunde) schützt die Nadeln auch in kürzeren Trockenperioden und im Winter gut. (Siehe Pisek und Winkler 1953). Nur im Spätwinter treten an der Waldgrenze Wasserverluste von 8 bis 10% stellenweise auf (siehe Beitrag von Dr. Larcher in gleicher Veröffentlichung).

Die Schneebedeckung gibt vor allem der niederen Vegetation im Tal und besonders an der Waldgrenze guten Kälteschutz. Für die Assimilation der großen Fichten und Zirben wird ihre Bedeutung schon geringer. Sie kann allerdings besonders an klaren sonnigen Spätwintertagen und im Frühling die Temperaturverhältnisse und die Lichtverteilung mitbeeinflussen und in windgeschützten Mulden zu bedeutenden Erwärmungen der Nadeln bereits im März und in größeren Höhen im April beitragen.

Außerdem ließ sich die lokale Dauer und Höhe der Schneebedeckung weder an den Innsbrucker und Iglar Versuchsfichten noch am Patscherkofel infolge 14tägiger Versuchsperiode genügend genau feststellen und die Wetterstationswerte sind für diese orographisch doch etwas verschiedenen Lagen nicht zu verwerten.

* Schubert gab den Jahresverbrauch für 100jährigen Fichtenbestand mit 320 mm Niederschlag (Liter pro m²) und Pisek u. Cartellieri für 4 bis 5 m hohe Jungfichten mit 250 mm an (1939).

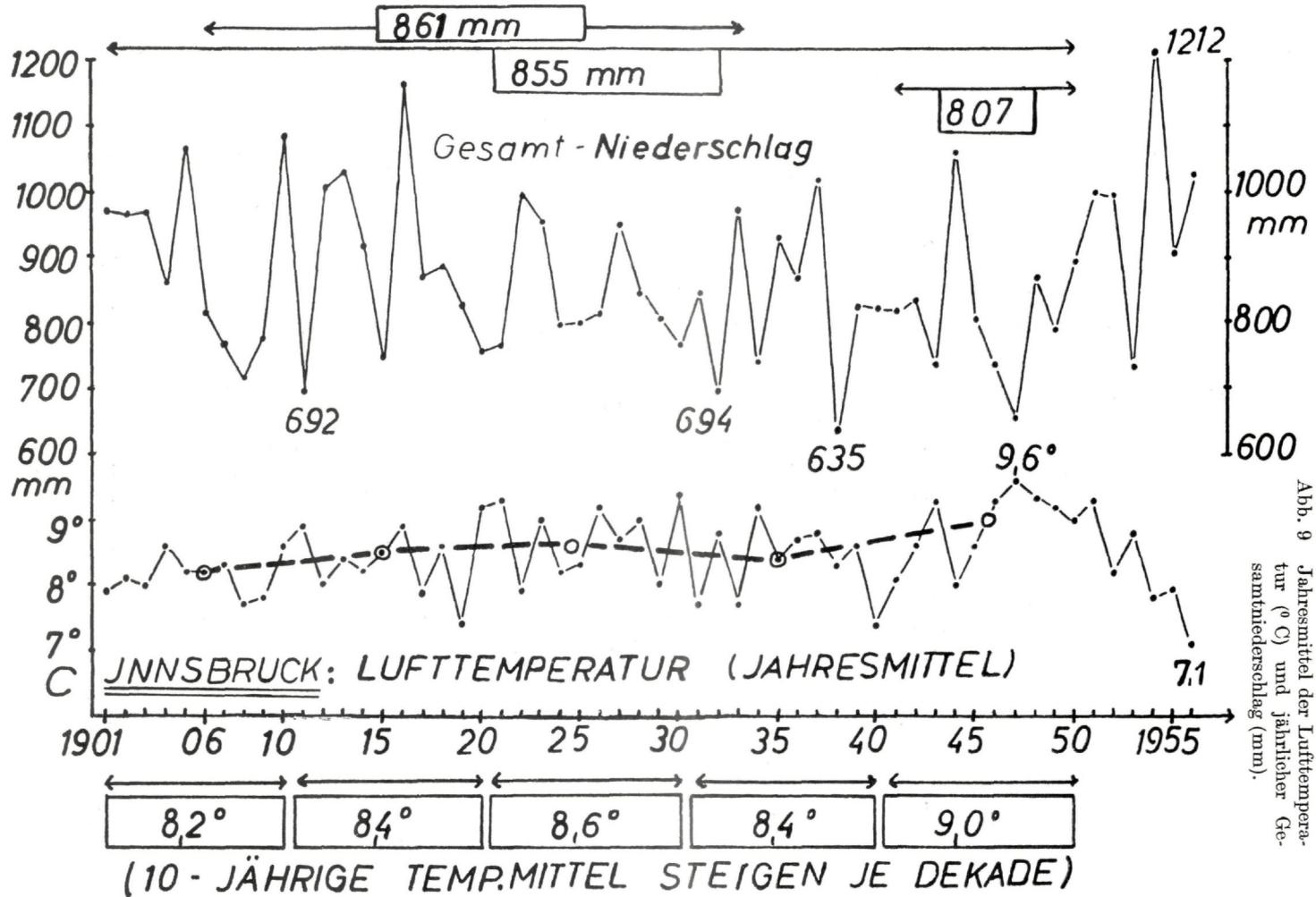


Abb. 9 Jahresmittel der Lufttemperatur (°C) und jährlicher Gesamtniederschlag (mm).

So beschränke ich mich darauf, die Schneeverhältnisse Innsbrucks nach den Angaben des Hydrographischen Zentralbüros Wien (1952) für die Zeit von 1901 bis 1950 übersichtsweise anzuführen:

Es bedeuten

- ... Schneebedeckung ... Schnee liegt mindestens 1 cm oder mehr.
 ... Winterdecke ... bei wiederholter Bildung der Schneedecke jene, die größte Schneehöhen hat und am längsten gedauert hat.

Schnee-Verhältnisse für Innsbruck (1901—1950)

	D a t u m			Z a h l d e r T a g e				
	des ersten Schnee- falles	des Beginnes der Schneebedeckung	des Endes	des Beginnes der Winterdecke	des Endes	mit Schnee- be- deckung	mit Win- ter- decke	mit Schnee- fall
1900/01—49/50	11. 11.	22. 11.	13. 3.	22. 12.	14. 2.	75	55	27
1940/41—49/50	16. 11.	19. 11.	13. 3.	15. 12.	12. 2.	74	50	27

IV. Versuche zur Abgrenzung der Vegetationsperioden verschiedener Pflanzen und Stoffbilanzberechnung auf Grund klimatologischer Daten für die Talfichte (600 m)

In den bisherigen Abschnitten verfolgten wir das jahreszeitlich bedingte Assimilationsvermögen der Fichtenzweige im Tal und an der Waldgrenze und stellten dabei maßgeblichen Einfluß des jährlichen Temperaturganges sowie geringere Auswirkung der stets ausreichend gebotenen Niederschläge fest.

Die CO₂-Bilanz einzelner Fichtenzweige läßt sich aus den vorliegenden Gasstoffwechsellmessungen (Abb. 1) und den meteorologischen Unterlagen gut ziehen. Planimetrieren (= Integration) des Assimilationsvermögens (mg/Gramm Zweig [trocken] und Stunde) vom September 1955 bis August 1956 und Multiplikation mit der mittleren Assimilationsdauer (in Stunden) ergibt als **J a h r e s l e i s t u n g** für die

Talfichte eine Nettoassimilation von 3,88 Gramm CO₂ pro Gramm Trockengewicht und Jahr,

Bergfichte eine Nettoassimilation von 1,845 Gramm CO₂ pro Gramm Trockengewicht und Jahr.

Von dieser im Jahresverlauf gebundenen CO₂-Menge sind unter Temperaturberücksichtigung für die nächtliche Atmung der Talfichtenzweige

1,06 Gramm und für jene der Bergfichte 0,575 Gramm CO_2 abziehen, so daß für die Talfichte ein jährlicher Stoffgewinn von 2,82 Gramm CO_2 und für die Bergfichte optimal 1,27 Gramm CO_2 übrigbleiben (Gr. h).

Die assimilatorische Leistungsfähigkeit der Bergfichte beträgt zufolge der viel ungünstigeren Temperaturbedingungen und langer Winterruhe (4,5 bis 5 Monate gegen 1,5 bis 2 Monate) nur etwa 45% der Fichten in Tallagen*. **

Als tägliche Assimilationsdauer wurde die Zahl der astronomisch möglichen (örtlich gegebenen) Tageslänge, vermindert um zwei Stunden eingesetzt. Die Lichtstärke fällt, wie Messungen des botanischen Institutes ergaben, abends bzw. steigt morgens binnen je einer Stunde vom Nullwert der Nacht zum assimilatorischen Optimalbereich von mindestens 20.000 bis 50.000 Lux an, oder bleibt an Trübtagen um 10.000 Lux.

Da zufolge genauer Untersuchung von Dr. Tranquillini das Nadelfrischgewicht einer unserer freistehenden Versuchsfichte gleichen Freilandsfichte aus etwa 700 m Meereshöhe mit 200 kg bekannt war, wagte ich es auch überschlagsweise den jährlichen Holzertrag unseres freistehenden Versuchsbaumes durch weitere Integration zu errechnen.

1 kg frisches Fichtenholz enthält bei einem Trockensubstanzgehalt von 360 Gramm etwa 180 Gramm Kohlenstoff und benötigt demgemäß etwa 660 Gramm CO_2 zum Aufbau.

Einer mittleren Jahresleistung einer freistehenden Talfichte von 2,82 Gramm CO_2 pro Gramm Zweig (trocken) entspricht bei 73,4 kg Nadel-trockengewicht (200 kg Nadelmasse ...) eine jährliche Bindung von 208 kg CO_2 , das heißt ein organischer Stoffgewinn von 315 kg im Jahr.

Seit Möllers genauen Untersuchungen in Buchenforsten wissen wir, daß nur ein Viertel des gesamten Stoffwechsels als Holz-zuwachs anfällt und drei Viertel für Holzatmung (Stammatmung), Blattverluste, Astverluste usw. abgesetzt werden müssen. Walter (Einführung in die Phytologie, III, S. 394) gibt auch für die Fichte eine ähnliche Bilanz an und veranlaßte mich von der Jahresleistung der Talfichte

* Die den Messungen zugrunde liegende Lichtstärke von 10.000 Lux ist wohl gering, entspricht aber ökologisch auch einem Mittelwert aus 20.000 Lux südseitiger und 2000 Lux nordseitiger Beleuchtung (bzw. Kroneninnerem) und reicht damit gerade an das Optimum heran. An trüben Tagen sind 10.000 Lux den Außenbedingungen entsprechend.

** Die bisher auf Grund der 12^o-Kurve (Abb. 1) errechnete „Leistungsfähigkeit“ kann ohne weiters als „Abschätzung der temperaturgesteuerten Leistung selbst“ gelten, da die monatlichen Mitteltemperaturen der Vegetationsmonate zusammengenommen (Tal März bis Dezembermitte, Berg Mai bis Oktober) um 12^o liegen und des Assimilationsoptimum sich von 9^o—14^o erstreckt.

... 315 kg im Jahr

gut 75% für Verluste obiger Art ... 237 kg abzuschreiben.

Die freistehende Talfichte kann, vorsichtig gerechnet, es auf etwa 78 kg Holzzuwachs im Jahr bringen.

Vorstehende Überlegung ist dimensionsgemäß tatsächlich richtig. Eine freistehende Fichte gleicher Größenklasse am Tschirgant (in 840 m Höhe) ergab bei den Zuwachsuntersuchungen der Forstinspektion Innsbruck (Ing. Rott) ähnlichen Holzzuwachs von 0,11 Festmeter pro Jahr (= 66 kg) und hält sich also durchaus in unserem Ertragsbereich.

Allerdings muß unbedingt darauf hingewiesen werden, daß die jährlichen Holzzuwachseleistungen von 10 bis 14 m hohen Fichten im Waldverband erheblich geringer sind. Die Belichtung — genauer Beschattung! — wird schwer kontrollierbar, die Nadelmenge und Stammzahl pro Hektar schwanken lage- und bodenbedingt noch mehr!

Der jährliche Holzzuwachs im Pitztal (Wenns) betrug nur 6 bis 8,5 kg/Baum und Jahr (etwa 2—6 Festmeter pro Hektar und Jahr) und belief sich optimal auf 10,8 kg. In diesem Hochwald standen 383 Fichten von 18 bis 19 m Mittelstammhöhe pro Hektar und brachten es in 1540 bis 1740 m Höhe bei ausgesprochen günstiger Lage zu 6,9 fm/ha.

Ich danke den Herren der Forstinspektion Tirol, Oberstrat Dr. Ing. Mayr und Ing. Rott herzlich für die Überlassung der jährlichen Zuwachsdaten. Sie waren uns zur Kontrolle sehr wertvoll. Jede Integrierung von Zweigassimilation, Nadelmenge und Temperaturgang allein ohne Kontrolle durch die forstlich ermittelten Zuwachswerte stößt vorerst noch auf erhebliche Unsicherheiten.

Ganz genaue und vollständige zahlenmäßige Leistungsangaben für mehrere Zweige signifikanter Lage pro Baum unter Berücksichtigung der jeweiligen Nadeltemperaturen wird allerdings erst eine kontinuierliche (kostspielige) Licht-, Temperatur- und Assimilationsregistrierung der täglichen Werte während eines Versuchsjahres erbringen können.

Die Grundlagen theoretischer und technischer Art haben nunmehr die Arbeiten der forsttechnischen Abteilung der Wildbach- und Lawinerverbauung Innsbruck und des Botanischen Institutes der Universität Innsbruck geschaffen.

Unter Zusammenfassung biologisch wichtiger Temperatur- und Niederschlagswerte mit den Assimilationsperioden von Getreide, krautigen Pflanzen und Bäumen bietet Abb. 10 eine Übersicht über die Assimilationsdauer im Normaljahr 1955 und im Extremjahr 1956. Wie darin ersichtlich, unterbinden schon 4 bis 6 Eistage die Stoffproduktion völlig

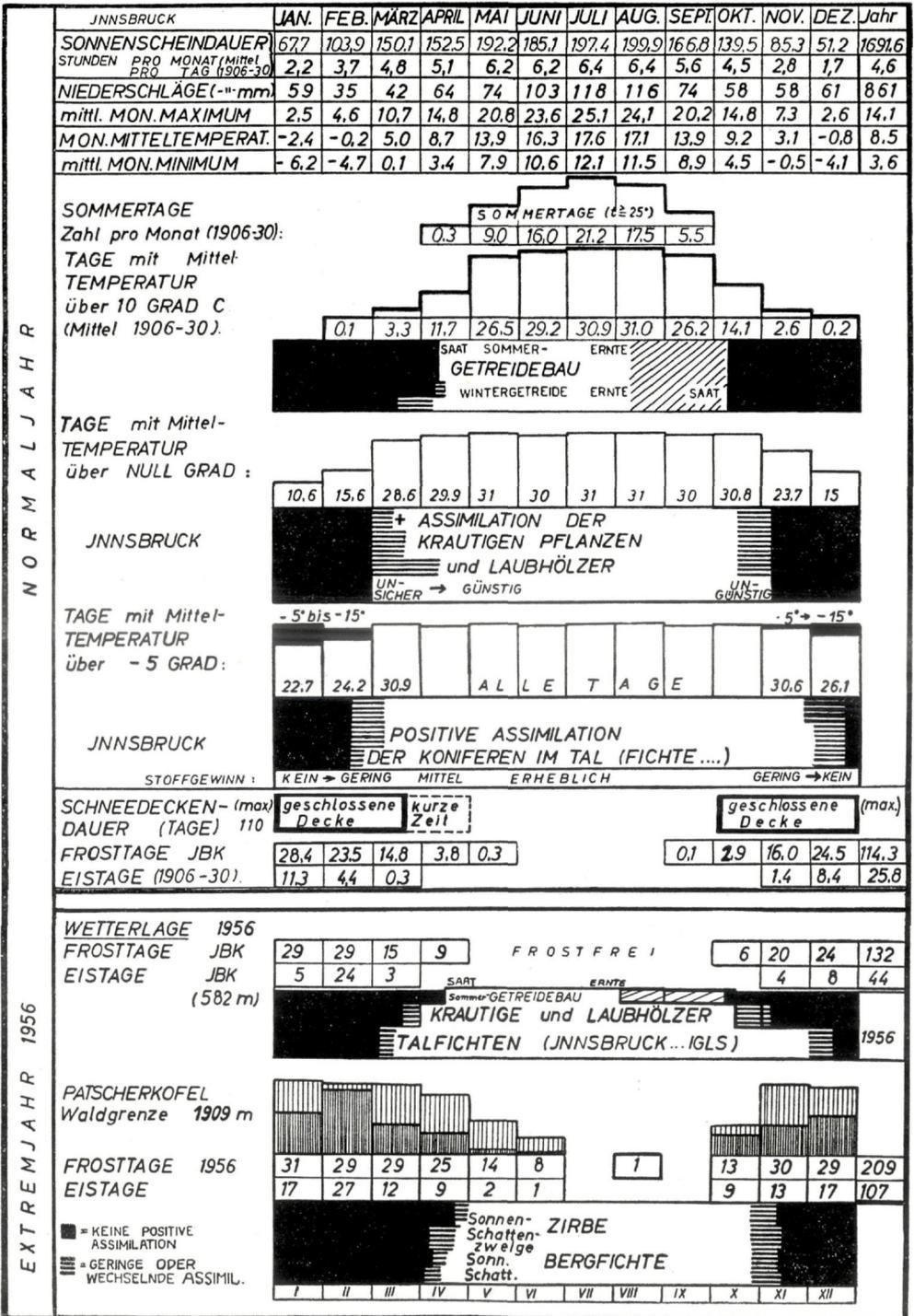


Abb. 10 Übersicht zur Stoffproduktion der Getreidearten, krautigen Pflanzen, Laubhölzer und Koniferen im Normaljahr und im Extremjahr 1956.

und hemmen Frosttage noch weitgehend. Erst die frostfreie Zeit gestattet ungehinderte Entfaltung der Assimilationstätigkeit.

Die als Anhang beigegebene Tabelle 1 bringt langjährige Monatsmittel und Extreme der Lufttemperatur und Niederschlagsmengen für den

Sonnblick	1901 bis 1950
Patscherkofel	1941 bis 1950
Rinn	1943 bis 1952
Innsbruck	1906 bis 1930
und	1941 bis 1950

als Höhenprofil zentralalpiner Lage und gestattet so in den einzelnen Monaten die Temperaturentwicklung usw. in den Höhenstufen 3100 m, 1800 m, 900 m und 600 m genauer zu überblicken und zu vergleichen. Dies dürfte besonders für ökologische Untersuchungen in der Vegetationszeit vom April bis Oktober förderlich sein.

Literaturverzeichnis

- Aulitzky, H.: Über mikroklimatische Untersuchungen an der oberen Waldgrenze zum Zwecke der Lawinenvorbeugung. *Wetter und Leben*, 6. Jg., 1954.
- Aulitzky, H.: Die Bedeutung meteorologischer und kleinklimatischer Unterlagen für Aufforstung im Hochgebirge. *Wetter und Leben*, 7. Jg., 1955.
- Dalla-Torre, K.: Die meteorologischen und klimatographischen Verhältnisse Innsbrucks. Jahresbericht der k. k. Oberrealschule Innsbruck 1874.
- Ekhart, E.: Klima von Innsbruck. Bericht des Naturwiss. mediz. Vereins Innsbruck 43/44, 1934.
- Feßler, A.: Das Klima von Innsbruck. Bericht des Naturwiss. mediz. Vereins, 1907.
- Ficker, H.: Klimatographie von Tirol und Vorarlberg. Wien 1909.
- Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. *Viehweg — Braunschweig* 1950.
- Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie, 5. Auflage, Leipzig 1939.
- Hydrographisches Zentralbüro Wien 1951: Die Lufttemperaturen in Österreich.
- Hydrographisches Zentralbüro Wien 1952: Die Niederschlagsverhältnisse in Österreich.
- Hydrographisches Zentralbüro Wien 1952: Die Schneeverhältnisse in Österreich.
- Mayr, E.: Die Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung in Rinn. *Witterungsverlauf 1943—1952*. *Schlern-Schriften* 145, 1956.
- Michaelis, P.: Ökologische Studien an der Baumgrenze — III — Beiheft zum botan. Zentralblatt 52, 1934.
- Möller, C. M.: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Kopenhagen 1945.
- Pisek, A. und Tranquillini, W.: Transpiration und Wasserhaushalt der Fichte bei zunehmender Luft- und Bodentrockenheit. *Phys. Plant.* 4, 1951.
- Pisek, A. und Tranquillini, W.: Assimilation und Kohlenstoffhaushalt in der Krone von Fichten- und Rotbuchenbäumen. *Flora* 141, 1954.

- Pisek, A. und Cartellieri, E.: Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen. Teil IV, Bäume und Sträucher. Jahrb. wiss. Bot. 88, 1939.
- Pisek, A. und Winkler, E.: Die Schließbewegung der Stomata bei ökologisch verschiedenen Pflanzentypen ... *Planta* 42, 1953.
- Pisek, A. und Winkler, E.: *Planta* 1958, Assimilationsvermögen und Respiration der Fichte in verschiedenen Höhenlagen und der Zirbe an der alpinen Waldgrenze. *Planta*, im Druck.
- Schubert, A.: Untersuchungen über den Transpirationsstrom der Nadelhölzer und den Wasserbedarf von Fichte und Lärche. *Tharandter forstl. Jahrb.* 90, 1939.
- Steinhauser, F.: Die Meteorologie des Sonnblicks. — Klimatabelle für den Sonnblick 1901—1950 aus dem 49./50. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1951—1952, Wien, Springer, 1954.
- Tranquillini, W.: Über den Einfluß von Übertemperaturen der Blätter bei Dauereinschluß in Küvetten auf die ökologische CO₂-Assimilationsmessung. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, LXVII, 1954.
- Tranquillini, W.: Bedeutung des Lichtes und der Temperatur für die Kohlensäureassimilation von *PINUS cembra* an einem hochalpinen Standort. *Planta* 46, 1955.
- Tranquillini, W.: Standortsklima, Wasserbilanz, und CO₂-Gaswechsel junger Zirben (*Pinus Cembra*) an der alpinen Waldgrenze. *Planta* 49, 1957.
- Walter, H.: Grundlagen der Pflanzenverbreitung — Einführung in die Phytologie, III./1. 1951.

Anschrift des Verfassers: Dr. Erich Winkler, Botanisches Institut der Universität Innsbruck.

Tabelle 1

Lufttemperatur °C

		absolutes Minimum (2 mm)	Mittelwert der abs. Minima	mittl. (tägl.) Minimum	Monatsmittel u. Jahresmittel	mittl. (tägl.) Maximum	Mittelwert der abs. Maxima	absolutes Maximum	Sommertage	Frosttage	Eistage	Föhnstage Stüföhn	Tage mit Niederschlag ≥ 0,1 mm	Tage mit Schnee *	Gesamtnieder- schlag mm
Jahresmittel															
Patscherkofel (Hochmahdalm, 1909 m)	1955	-17,6			1,64 ⁰		22,8		—	210	88	58			1048
Rinn (900 m)	1955	-13,3			5,95 ⁰		28,0		7	146	27				874,3
Innsbruck (582 m)	1955	-12,6			7,94 ⁰		31,7		35	122	20	21			905
Patscherkofel (Hochmahd)	1956	-28,8			0,76 ⁰		22,9		—	209	107	71			1237,3
Rinn	1956	-27,5			5,1 ⁰		30,5		13	149	57				956,3
Innsbruck	1956	-26,9			7,1 ⁰		31,6		45	132	44	48			1027,6
Sonnblick	1901—1950	(3106 m)	-37,2	-28,2	-8,4	-6,2 ⁰	-4,0	10,2	13,8	—	313,1	272,3	221,3	203,1	1418
															2580 ■ *
Patscherkofel	1941—1950	(2050 m)	-22,4			1,6 ⁰		23,8		—					830 *)
Rinn	1943—1952	(900 m)	-22,0			6,8 ⁰		33,4					152		874,8
Innsbruck	1906—1930	(582 m)	-26,8	-17,4		8,5 ⁰	33,9	37,0	69,5	114,3	25,8	75	169,7	30,7	861
Innsbruck	1941—1950	(582 m)	-26,6			9,0 ⁰	35,9	63,3	107,1	29,4	46				807

Langjährige MONATSMITTEL und EXTREME

Sonnblick	1901—1950	Jänner	-37,2	-25,5	-15,3	-12,9 ⁰	-10,6	-3,5	1,3	—	31,0	31,0	17,4	17,4	103
															198 ■ *
Patscherkofel	1941—1950	Jänner	-22,4		-9,2	-6,6 ⁰	-4,3		7,9						33 *)
Rinn	1943—1952	Jänner	-22,0		-6,6	-3,4 ⁰	0,5		16,0				10		57
Innsbruck	1906—1930	Jänner	-21,1	-14,6	-6,2	-2,4 ⁰	2,5	9,0	14,9	—	28,4	11,3	4	12,2	7,8
Innsbruck	1941—1950	Jänner	-26,6	-17,1	-7,3	-3,3 ⁰	0,7		18,5		28,2	13,3	2,2		42

Sonnblick	1901–1950	Februar	–36,6	–24,7	–15,4	–13,0 ⁰	–10,7	– 3,9	3,4	–	28,0	28,0	16,9	16,9	107	*
															197	■
Patscherkofel	1941–1950	Februar	–22,4		– 8,3	– 6,0 ⁰	– 3,0		12,5						43	*)
Rinn	1943–1952	Februar	–17,0		– 4,8	– 0,9 ⁰	3,6		14,5				13		56	
Innsbruck	1906–1930	Februar	–26,8	–13,7	– 4,7	– 0,2 ⁰	4,6	11,9	17,7	–	23,5	4,4	5,2	10,1	6,1	35
Innsbruck	1941–1950	Februar	–16,6	–11,6	– 3,7	0,2 ⁰	4,8		14,6		22,2	4,8	3,8		47	
Sonnblick	1901–1950	März	–30,2	–21,9	–13,7	–11,4 ⁰	– 9,1	– 2,9	3,5	–	31,0	30,9	19,5	19,5	124	*
														212	■	
Patscherkofel	1941–1950	März	–21,5		– 5,3	– 3,3 ⁰	– 0,5		8,6						40	*)
Rinn	1943–1952	März	–19,0		– 1,8	+ 2,5 ⁰	8,2		18,4				10		37	
Innsbruck	1906–1930	März	–14,3	– 5,9	0,1	5,0 ⁰	10,7	18,5	23,6	–	14,8	0,3	10	13,2	4,0	42
Innsbruck	1941–1950	März	–16,9	– 5,9	0,6	5,5 ⁰	11,4		21,3		13,1	0,9	5,7		41	
Sonnblick	1901–1950	April	–26,6	–18,9	–10,8	– 8,5 ⁰	– 6,2	– 0,5	3,8	–	30,0	29,4	20,7	20,7	142	*
														235	■	
Patscherkofel	1941–1950	April	–13,1		– 2,2	+ 0,6 ⁰	3,5		13,8						51	*)
Rinn	1943–1952	April	– 9,5		2,3	7,8 ⁰	14,0		24,0				11		52	
Innsbruck	1906–1930	April	– 6,5	– 1,5	3,4	8,7 ⁰	14,8	23,0	27,2	0,3	3,8	–	10,3	16,2	2,0	64
Innsbruck	1941–1950	April	– 4,1	– 1,7	4,4	10,2 ⁰	16,8		28,6	1,1	2,2	–	6,2		50	
Sonnblick	1901–1950	Mai	–20,0	–13,2	– 6,0	– 3,8 ⁰	– 1,8	3,9	9,4	–	28,9	24,4	20,7	20,3	139	*
														218	■	
Patscherkofel	1941–1950	Mai	–10,0		1,7	4,4 ⁰	7,8		19,8						67	*)
Rinn	1943–1952	Mai	– 4,5		5,7	11,4 ⁰	17,7		27,9				14		63	
Innsbruck	1906–1930	Mai	– 1,4	1,6	7,9	13,9 ⁰	20,8	29,6	32,1	9,0	0,3	–	9,1	15,5	0,1	74
Innsbruck	1941–1950	Mai	– 1,7	1,9	8,4	14,5 ⁰	21,2		32,6	8,1	0,2		7,8		64	

* Werte des Ombrometers (gering!) — ■ Werte des Totalisators. — *) Wert infolge Windeinfluß zu gering!

Lufttemperatur °C

			absolutes Minimum (2 mm)	Mittelwert der abs. Minima	mittleres (tägl.) Minimum	Monatsmittel	mittleres tägl. Maximum	Mittelwert der abs. Maxima absolutes Maximum	Sommertage (Max. $\geq 25^{\circ}$)	Frosttage Min. $< 0^{\circ}$	Max. $< 0^{\circ}$ Eistage	Föhnstage	Tage mit Nieder- schlag $\geq 0,1$ mm	Tage mit Schnee	Gesamtnieder- schlag mm	
Monatsmittel und Extreme																
Sonnblick	1901—1950	Juni	-12,6	- 9,4	- 3,1	- 0,9 ⁰	1,2	7,1 12,8	—	22,0	13,6		21	17,6	119	*
															260	■
Patscherkofel	1941—1950	Juni	- 3,0		4,3	7,1 ⁰	10,7	21,1	—						111	*)
Rinn	1943—1952	Juni	1,8		8,2	13,7 ⁰	20,2	32,5					17		116	
Innsbruck	1906—1930	Juni	2,2	5,9	10,6	16,3 ⁰	23,6	31,6 34,8	16	—	—	6	17,6		103	
Innsbruck	1941—1950	Juni	4,5	6,6	11,0	17,1 ⁰	23,3	35,9	13	—	—	2,4			110	
Sonnblick	1901—1950	Juli	-10,5	- 6,8	- 1,1	+ 1,2 ⁰	3,3	9,3 13,8	—	15,9	7,8		20,7	14,2	126	*
															242	■
Patscherkofel	1941—1950	Juli	- 2,0		6,7	9,6 ⁰	13,3	22,4							126	*)
Rinn	1943—1952	Juli	2,5		10,1	15,6 ⁰	22,2	33,4					17		137	
Innsbruck	1906—1930	Juli	4,5	7,8	12,1	17,6 ⁰	25,1	33,0 36,5	21,2	—	—	5	18,0		118	
Innsbruck	1941—1950	Juli	6,1	8,0	13,0	18,4 ⁰	25,3	35,3	18,5	—	—	1,5			120	
Sonnblick	1901—1950	August	-10,0	- 7,0	- 1,0	+ 1,2 ⁰	3,3	8,9 12,0	—	15,6	7,6		18,9	13,4	121	*)
															226	■
Patscherkofel	1941—1950	August	- 2,8		7,2	9,8 ⁰	13,5	23,8	—						126	*)
Rinn	1943—1952	August	2,1		10,3	15,7 ⁰	22,1	31,0					16		125	
Innsbruck	1906—1930	August	4,1	6,6	11,5	17,1 ⁰	24,1	31,4 37,0	17,5	—	—	4,2	16,0		116	
Innsbruck	1941—1950	August	5,3	7,9	12,9	18,1 ⁰	24,8	34,2	15,9			2,3			112	

Sonnblick	1901–1950	September	15,5	–10,2	– 3,0	– 1,1 ⁰	0,8	6,3	9,9	–	20,6	13,9	15,9	13,6	102	*
															220	■
Patscherkofel	1941–1950	September	– 4,2		5,4	7,8 ⁰	11,2		20,0	–					92	*)
Rinn	1943–1952	September	– 2,5		7,5	12,3 ⁰	18,7		29,5				12		87	
Innsbruck	1906–1930	September	– 1,0	3,0	8,9	13,9 ⁰	20,2	27,1	30,6	5,5	0,1	4,9	14,2		74	
Innsbruck	1941–1950	September	– 0,4	4,2	10,1	15,3 ⁰	21,6		30,7	6,7	0,1	4,6			75	
Sonnblick	1901–1950	Oktober	–20,3	–14,6	– 6,5	– 4,6 ⁰	– 2,6	3,3	8,6	–	29,1	25,3	15,6	15,5	112	*
															197	■
Patscherkofel	1941–1950	Oktober	–12,0		0,13	3,5 ⁰	6,4		16,8	–					39	*)
Rinn	1943–1952	Oktober	– 9,4		3,0	6,9 ⁰	13,0		22,4				8		38,0	
Innsbruck	1906–1930	Oktober	– 6,3	– 1,7	4,5	9,2 ⁰	14,8	21,7	24,3	–	2,9	6,8	12,1	0,3	58	
Innsbruck	1941–1950	Oktober	– 3,9	– 0,9	5,0	9,6 ⁰	15,3		24,5		2,5	4,0			42	
Sonnblick	1901–1950	November	–28,5	–19,8	–10,9	– 8,8 ⁰	– 6,8	– 0,3	5,8	–	29,8	29,4	16,4	16,4	109	*
															175	■
Patscherkofel	1941–1950	November	–16,4		– 5,0	– 2,3 ⁰	0,14		10,2	–					58	*)
Rinn	1943–1952	November	–15,5		– 1,2	1,7 ⁰	6,1		18,5				13		65	
Innsbruck	1906–1930	November	–15,0	– 7,6	– 0,5	3,1 ⁰	7,3	16,4	21,3	–	16,0	1,4	5,4	11,6	3,6	58
Innsbruck	1941–1950	November	–15,2	– 6,7	– 0,1	3,0 ⁰	6,9		20,5		12,9	1,2	3,4		60	
															200	■
Sonnblick	1901–1950	Dezember	–33,0	–22,9	–13,8	–11,6 ⁰	– 9,3	– 2,7	1,2	–	31,0	30,9	17,6	17,6	114	*
Patscherkofel	1941–1950	Dezember	–21,2		– 7,2	– 5,1 ⁰	– 2,7		9,8	–					44	*)
Rinn	1943–1952	Dezember	–18,3		– 5,2	– 2,2 ⁰	1,5		12,0				11		42	
Innsbruck	1906–1930	Dezember	–19,1	–12,9	– 4,1	– 0,8 ⁰	2,6	10,8	16,3	–	24,5	8,4	4,2	13,1	6,8	61
Innsbruck	1941–1950	Dezember	–18,1	–13,5	– 4,3	– 1,3 ⁰	2,2		17,2		25,7	9,2	2,1		44	

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [37](#)

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

Artikel/Article: [Klimaelemente für Innsbruck \(582m\) und Patscherkofel \(1909m\) im Zusammenhang mit der Assimilation der Fichten in verschiedenen Höhenlagen \(mit 10 Abb. und 1 Tabelle\). 19-48](#)