

# Prognostische Bedeutung der Bodenwärme für den Winter

Autor(en): **Bührer, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland**

Band (Jahr): **5 (1911-1916)**

PDF erstellt am: **16.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-676509>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Wissenschaftliche Arbeiten.

---

## Prognostische Bedeutung der Bodenwärme für den Winter.

Von W. Bühler, Pfarrer.

---

Der Sommer 1911 war bekanntlich außerordentlich warm. Er brachte uns 20 Tage mit mehr als  $30^{\circ}$ , d. h. den vierfachen Betrag der bisher durchschnittlichen Anzahl solch heißer Tage. Dabei folgten elf derselben in unmittelbarer Aufeinanderfolge vom 22. Juli bis 1. August und vom 8. bis 14. August schloß sich ihnen eine zweite ebenso heiße Periode an. Seine Mitteltemperatur betrug  $18,4^{\circ}$ ,  $1,9^{\circ}$  mehr als durchschnittlich. An der seit 1888 bestehenden meteorologischen Station in Buus kam bis jetzt kein so heißer Sommer zur Aufzeichnung und die bis zum Jahre 1826 zurückreichenden Basler Beobachtungen zeigen nach den von Dr. W. Strub bearbeiteten Temperaturverhältnissen von Basel nur einen einzigen Sommer, der im Mittel noch wärmer war. Es ist der um  $2,1^{\circ}$  zu warme Sommer 1859.

Es ist leicht begreiflich, daß die Frage auftauchte: wie wird sich nach einem solch außerordentlich warmen Sommer der Winter gestalten? Sehr verbreitet war die Meinung, er werde außerordentlich strenge werden. Auch Berufsmeteorologen teilten diese Ansicht. Man begründete sie damit, daß der Ueberschuß an Wärme einen Ausgleich erfordere durch einen Ueberschuß an Kälte und daß die Natur das Bestreben zeige, nicht viel von ihren Mittelwerten abzuweichen. Ich prüfte diese Ansicht nach und fand, daß tatsächlich manchenmal ein heißer Sommer von einem kalten Winter gefolgt war. So folgte dem schon erwähnten heißesten Sommer 1859 ein um  $0,5^{\circ}$  zu kalter

Winter. Der Sommer der Jahre 1826 und 1846 war um  $1,8^{\circ}$  zu warm, der darauffolgende Winter um  $1,9$  bzw.  $1,7^{\circ}$  zu kalt. Aber nicht immer traf es zu. Auf den um  $1,2^{\circ}$  zu warmen Sommer 1861 folgte ein um  $0,6^{\circ}$  zu warmer Winter. Und umgekehrt ging dem bisher kältesten Winter 1829/30, der einen mittleren Fehlbetrag von  $5,5^{\circ}$  aufwies ein um  $1,3^{\circ}$  zu kalter Sommer voraus. Von den 38 zu warmen Sommern seit 1826 waren nur 15, also nicht einmal die Hälfte von einem kalten Winter gefolgt. In 21 Fällen war der darauffolgende Winter mild, in zwei Fällen normal. Das ließ mich der Prognose eines strengen Winters 1911/12 recht skeptisch gegenüberstehen und ich vertrat im August letzten Jahres die Ansicht, daß möglicherweise der bevorstehende Winter doch mild ausfallen werde (vergl. „Basellandschaftliche Zeitung“ und „Basler Anzeiger“ vom 11. August 1911).

Bestärkt wurde ich in dieser Ansicht, als ich beim Ausrechnen der Mittelwerte für die Bodentemperatur im August letzten Jahres einen auffallenden Ueberschuß über die Durchschnittswerte vorfand. Die betreffenden Temperaturen betragen nämlich in 5 cm Tiefe  $28,6^{\circ}$ , in 30 cm  $20,5^{\circ}$ , in 60 cm  $19,9^{\circ}$  und 120 cm Tiefe  $17,6^{\circ}$ , während die Durchschnittswerte  $20,2^{\circ}$  bzw.  $16,4$ ,  $16,4$  und  $14,9^{\circ}$  betragen. Es fanden sich also Wärmeüberschüsse von  $8,4$ ,  $4,1$ ,  $3,5$  und  $2,7^{\circ}$ . Auch das Temperaturmaximum in 120 cm Tiefe war bedeutend höher, als durchschnittlich. Die Wärme stieg dort bis  $18,1^{\circ}$ , während sie durchschnittlich nur bis  $15,2^{\circ}$  steigt und bis jetzt im Maximum bis zu  $16,8^{\circ}$  im Jahre 1904 gestiegen war. Erklären ließ sich dieser Wärmeüberschuß sehr leicht. Die Sommermonate hatten uns ein außergewöhnliches Maß von Sonnenschein gespendet, nämlich 213 Stunden der Juni, 346 der Juli, 302 der August, zusammen 861 Stunden. Das waren 134 Stunden oder etwa 16 % mehr als durchschnittlich. Dieser Ueberschuß an Sonnenschein mußte sich in einen Wärmeüberschuß umsetzen und zwar nicht nur für die durch Leitung von der Erdoberfläche erwärmte Luft, sondern auch für den Erdboden, der ja auch durch Weiterleitung der Sonnenstrahlung erwärmt

wird. Es ließ sich nun aber auch annehmen, daß die vom Erdboden aufgenommene Wärme durch ihre Abgabe und Ausstrahlung an die kälter gewordene Luft von Einfluß sein werde auf die Temperatur der Luft und damit auch auf die Witterung in dem Sinne, daß eine Verzögerung des Eintritts der kalten Jahreszeit eintrete oder daß vielleicht auch der bevorstehende Winter mild ausfallen werde. Bestärkt wurde ich in dieser Annahme, als ich bald nach der Publikation meiner Ansicht in einem der Tagesblätter las, daß ein deutscher Gelehrter, dessen Name meinem Gedächtnisse entschwunden ist, aus ähnlichen Gründen, wie ich sie dargelegt habe, einen milden Winter in Aussicht gestellt hat.

Die Beeinflussung der Witterung resp. der Temperatur in der kalten Jahreszeit durch die Bodenwärme läßt sich nämlich in doppelter Weise denken. Einmal direkt durch Wärmeabgabe an die Luft, besonders zur Nachtzeit und solange kein Schnee liegt. Ersteres mußte zur Folge haben, daß die Temperaturminima weniger tief ausfallen. Tatsächlich ist wenigstens im September und November das absolute Minimum der Temperatur weniger tief ausgefallen als durchschnittlich. Im September war es um  $1,6^{\circ}$  höher als durchschnittlich, nämlich  $5,0^{\circ}$  statt  $3,4^{\circ}$ , im November um  $3,1^{\circ}$ , nämlich  $2,1^{\circ}$  statt  $5,2^{\circ}$ .\*) Das mittlere Minimum war in allen 3 Monaten höher, im September um  $0,93^{\circ}$  ( $10,43^{\circ}$  statt  $9,50^{\circ}$ ), im Oktober um  $0,58^{\circ}$  ( $5,71^{\circ}$  statt  $5,13^{\circ}$ ), im November um  $1,07^{\circ}$  ( $1,99^{\circ}$  statt  $0,92^{\circ}$ ). Auch kam der Einfluß der Bodenwärme mitunter deutlich in den Aufzeichnungen des Thermographen zur Geltung. Dann nämlich, wenn nachts der anfänglich klare Himmel sich mit Wolken bedeckte. Die Temperaturkurve zeigt in solchen Fällen immer eine Unregelmäßigkeit, indem der Temperaturgradient kleiner wird. Im Herbst und Frühwinter 1911 begegnen wir häufig der Tatsache, daß die Nachtkurve der Temperatur bei eingetretener Bedeckung des Himmels nicht eine Verlangsamung des Abstieges oder eine gleichbleibende Tem-

---

\*) Im Oktober war es um  $0,2^{\circ}$  zu tief, nämlich  $-1,2^{\circ}$  statt  $-1,0^{\circ}$ .

peratur zeigt, sondern einen Aufstieg der Kurve, eine Temperaturzunahme. Ich nenne als einzelne Beispiele von vielen den 14. Nov. von 5<sub>a</sub> an, den 17. Nov. von 8<sub>p</sub> an, den 8. Dezember von Mitternacht an, den 10. Dezember von 2<sub>a</sub> an.\*) Ich glaube, hierin deutlich einen Einfluß der vorhandenen Bodenwärme erkennen zu dürfen. Bei klarem Himmel kam sie nicht zur Geltung, da sie geringer war, als die Ausstrahlungstemperatur gegen den wolkenlosen Nachthimmel. Sobald aber durch Bedeckung des Himmels die Ausstrahlung der Wärme aufgehoben war, machte sich die im Boden vom Sommer her aufgespeicherte Bodenwärme geltend durch Erwärmung der Luft. Ich zweifle auch nicht daran, daß der Abstieg der Temperaturkurve im Mittel des letzten Herbstes unter dem Einfluß der vorhandenen Bodenwärme nachweisbar geringer war, als in andern Jahren, wo keine solche Bodenwärme vorhanden war wie im letzten Spätjahr.

Der Einfluß der im Boden magazinierten Wärme konnte nur so lange zur Geltung kommen, als kein Schnee lag. Der Schnee verhindert die Einwirkung der Bodenwärme auf die Temperatur der Luft. Er schließt zwar den Boden nicht hermetisch ab, ist aber ein solch schlechter Wärmeleiter, daß eine Wärmeabgabe des Bodens an die Luft durch die Leitung einfach ein Ding der Unmöglichkeit ist. Der Mangel einer Schneedecke im Dezember und Januar, sowie die starke Bewölkung, im Dezember 75 % statt 71, im Januar 72 % statt 68, ließen den Einfluß der Bodenwärme eher zur Geltung kommen und diesem Umstand ist, wenn auch nicht allein und nicht in erster Linie, so doch teilweise der verflossene milde Winter zuzuschreiben. Es greifen jedenfalls auch da, wie so oft, Ursache und Wirkung in einander über. Weil der Boden warm war, kam es nicht zur Bildung einer Schneedecke und weil die Schneedecke fehlte, konnte die Bodenwärme auf die Luft erwärmend einwirken.

---

\*) Er ist deutlich zu unterscheiden von einem eingetretenen warmen Luftstrom, der immer ein plötzliches, aber meist kurzes Aufschnellen der Temperaturkurve bewirkt, z. B. 8. Febr. 1912 nach 8<sub>p</sub> und 24. Februar 1912 nach 10<sub>p</sub>, oder 3. März 1911 um 4<sub>a</sub>.

Es läßt sich nun aber die Beeinflussung der Witterung und der Lufttemperatur noch in anderer Weise denken, nicht direkt durch Wärmeabgabe, sondern indirekt, insofern von der Bodenwärme das Auftreten und die Zugrichtung der das Wetter sehr beeinflussenden Depressionen abhängt. Die Depressionen bilden einen aufsteigenden Luftwirbel und bilden sich darum dort aus, wo sich den Auftrieb begünstigende Wärme findet. Umgekehrt bilden die Hochdruckgebiete einen absteigenden Luftstrom und sie bilden sich über kalten Gebieten aus. Die Depressionen werden wir also im Sommer vorwiegend über dem erwärmten Festland, die Hochdruckgebiete über dem kälteren Meere zu suchen haben. Umgekehrt wird im Winter der Kontinent, der kälter ist, als das Meer, mehr von Hochdruckgebieten beherrscht sein und das wärmere Meer wird den Tummelplatz für die Depressionen bilden. Die Depressionen verharren aber nicht ruhig an demselben Ort. Die wechselnden Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche und der Temperaturwechsel, den sie selbst bringen, bewirken ihr Weiterziehen. Dabei pflegen sie eine bestimmte Zugrichtung einzuschlagen, insofern als sie das Kältezentrum meist rechts liegen lassen und wärmeren Gegenden zustreben. Wir ersehen hieraus, wie wichtig es ist, ob die Erdoberfläche in unsern Gegenden warm oder kalt ist, ob sie im Sommer ein reiches oder nur ein kärgliches Maß von Sonnenwärme empfangen und aufgespeichert hat. Ist letzteres der Fall, dann werden die Depressionen, die im Winter Erwärmung zu bringen pflegen, unsere Gegenden meiden. Dafür werden Hochdruckgebiete sich ausbilden, die es ermöglichen, daß die in den oberen Luftschichten wehenden winterlichen Nordostpassate zu uns herabsteigen. Wir werden vorwiegend kalte Witterung haben und einen strengen Winter bekommen. Umgekehrt wird es gehen, wenn der Erdboden gehörig erwärmt ist und seine Wärme festzuhalten vermag. Dann werden die Depressionen bis tief in unsern Kontinent vordringen und ihr häufiges Auftreten wird uns stets auf's neue warme Luft zuführen. Das war in dem milden Winter 1911/12 tatsächlich der Fall. Die Zentren



des Hochdruckgebietes lagerten meist über dem atlantischen Ozean, während die im Nordwesten auftretenden Depressionen ihren Weg anstatt nordostwärts weiterzuziehen oft genug südostwärts gegen Mitteleuropa nahmen. Darauf weist auch der Umstand hin, daß die monatlichen Mittelwerte des Luftdruckes tiefer waren als durchschnittlich und zwar im Dezember um 0,4 mm, im Januar um 2,5, im Februar um 3,6 und auch schon der November, der als „Wintermonat“ oft genug den Winter einleitet, zeigte im Mittel einen um 3,2 mm zu tiefen Barometerstand.

Es bricht sich nun allerdings in der Meteorologie eine neue Auffassung über die Entstehung der Tief- und Hochdruckgebiete Bahn, eine Ansicht, welche sich auf die Erforschung der oberen Luftschichten mittelst Ballon und Drachen gründet und besonders von Prof. Trabert in Wien verfochten wird. Dieser nimmt an, daß nicht die Temperatur der Erdoberfläche maßgebend sei für die Bildung der Depressionen und Hochdruckgebiete, sondern daß sie ihre Entstehung den oberen Luftschichten verdanken. Nicht thermische, sondern dynamische Ursachen führen zu ihrer Entstehung. In den höheren Luftregionen finden wir kalte Luftsäulen zwischen warmen eingebettet und umgekehrt warme zwischen kalten. Beim Vorübergang der ersteren steigt das Barometer, vor und unter den letzteren sinkt es. Erstere charakterisieren sich demnach als Hochdruck, letztere als Tiefdruck. Die bisherige Ansicht beruht nach ihm auf Verwechslung von Primärem und Sekundärem, von Ursache und Wirkung. Die Depressionen empfangen nicht ihre Wärme vom Erdboden. Sie sind schon warm und bringen Wärme. Unsere Vermutung aber, die im Boden aufgespeicherte und vorhandene Bodenwärme könne einen milden Winter zur Folge haben durch Beeinflussung der Depressionsbahnen, wird dadurch nicht beeinträchtigt. Ob die Depressionen ihre Wärme vom Erdboden empfangen oder nicht, ob die Bodenwärme das Primäre oder Sekundäre bei den Depressionen ist, sie werden doch immer dorthin streben, wo die Bedingungen für Erhaltung einer warmen Luftsäule günstiger sind. Das ist der Fall über erwärmtem

Boden, während über stark abgekühltem auch eine warme Luftsäule bald erkalten wird. Also auch hier werden wir darauf geführt, daß vorhandene Bodenwärme durch Weitererhaltung warmer Luftsäulen einen milden Winter herbeiführen wird.

Die Voraussetzung ist allerdings, daß die dem Boden zuteil gewordene Menge möglichst lang erhalten bleibt und das führt uns auf eine weitere Vorbedingung für einen milden Winter, die sich mit der Bodenwärme verbinden muß. Diese allein berechtigt noch nicht dazu, einen milden Winter zu erwarten. Es muß auch noch das gehörige Maß der *Bodenfeuchtigkeit* hinzukommen. Wie sich feste Körper viel schneller abkühlen als flüssige, so auch trockene schneller als feuchte. Es muß also, um einen milden Winter in Aussicht stellen zu können, der Herbst nicht nur durch hohe Bodentemperatur sich auszeichnen, sondern auch durch Niederschlagsreichtum. Dieser sorgt dann nicht nur direkt durch langsamere Abkühlung des Bodens für mildere Witterung in der rauheren Jahreszeit, sondern auch indirekt durch Begünstigung der Wolkenbildung. Wolken bilden sich ja nicht nur aus dem Wasserdampf des Meeres, sondern auch aus dem vom feuchten Erdboden aufsteigenden Wasserdampfe. Und je feuchter dieser ist und zugleich je wärmer, desto ausgiebiger wird dann auch die Wolkenbildung sein. Der verflossene Herbst brachte uns nun zwar nicht übermäßig viel Regen, aber doch annähernd das normale Maß. September und Oktober wiesen einen kleinen Fehlbetrag von 6,5 und 10,2 mm auf, der November einen kleinen Ueberschuß von 5,0 mm, so daß der ganze Herbst mit seinen 242,4 mm Regen nur einen unbedeutenden Fehlbetrag von 11,7 mm oder nicht ganz 5 % aufwies. Auch Basel zeigt in Uebereinstimmung damit bei einer Gesamtniederschlagsmenge von 209,8 mm, einen kleinen Fehlbetrag von 10,7 mm oder ebenfalls nicht ganz 5 %. Wir könnten nun anzunehmen geneigt sein, daß nach dem trockenen Sommer 1911, der um 131,5 mm zu wenig Regen brachte (210,4 mm statt 341,9) auch schon ein kleiner Fehlbetrag im Herbst mehr ins Gewicht fallen würde, als nach einem



nassen Sommer. Ich glaube aber im Gegenteil annehmen zu dürfen, daß bei dem durchglühten Boden der Regen nicht so tief in den Boden einsickerte und darum ein größerer Prozentsatz als sonst zur Wolkenbildung Verwendung fand. Kurz, wir stehen jedenfalls vor der Tatsache, daß, wie schon erwähnt, der Winter eine größere Bewölkung aufwies als durchschnittlich und damit in Verbindung ein geringeres Maß von Sonnenschein, nämlich der Dezember 43,6 Stunden statt 51,8, der Januar 47,7 statt 62,0, der Februar allerdings 84,6 statt 78,3 Stunden, total also 175,9 Stunden statt 192,1.

Die auf Grund der bisher auseinandergesetzten Tatsachen: reichliche Bodenwärme und genügende Bodenfeuchtigkeit, ausgegebene Prognose für einen milden Winter hat sich diesesmal erfüllt. Der Winter 1911/12 ist tatsächlich sehr mild gewesen und zwar nicht nur nach seinen Mittelwerten, sondern auch nach Maßgabe der Anzahl von Frost- und Wintertagen, von Tagen mit Schneefall und Schneedecke. Sein Temperaturmittel betrug  $2,8^{\circ}$  und seit 1826 war er zugleich mit dem Winter 1898/99 der fünftmildeste Winter. Milder waren die Winter 1827/28 um  $2,9^{\circ}$  und dann vor allem die Winter 1868/69 um  $4^{\circ}$ , 1876/77 um  $4,1^{\circ}$  und 1833/34 um  $4,3^{\circ}$  (nach den von Dr. Strub bearbeiteten Temperaturverhältnissen von Basel). Frosttage brachte der Winter 1911/12 41 statt 65, Wintertage oder Tage ohne Auftauen ganze 3 (statt 23). Schneefall gab's allerdings an 13 Tagen, aber ein normaler Winter hat deren 28. Schneedecke bildete sich jedoch erst in den letzten Stunden des Januar und hielt im ganzen 8 Tage an, während normalerweise der Winter in Buus 38 Tage mit Schneedecke aufweist. Die Schneemenge betrug insgesamt 18,9 mm statt 61,8. So geringe Schneverhältnisse hat seit 1853 kein Winter aufzuweisen (nach Riggerbach, Niederschlagsverhältnisse in Basel).

Es fragt sich nun aber: Trifft dies auch immer zu, daß bei reichlich vorhandener Bodenwärme und Bodenfeuchtigkeit ein milder Winter folgt? Der eine Treffer vom verflossenen Winter gibt uns noch kein Recht, darin ein allgemein gültiges Gesetz zu erkennen. Wir müssen

frühere Jahrgänge daraufhin prüfen. Leider stehen zu diesem Zweck mir nicht viele Jahrgänge zur Verfügung, da die Messungen der Bodentemperatur in Buus erst vom Jahre 1895 an datieren. Andere Messungen dieser Art stehen mir nicht zur Verfügung und sie sind auch relativ selten, wenigstens in Deutschland und der Schweiz. Reichlicheres Material dieser Art wäre im russischen Reiche vorhanden. Allein da dort die Witterungsverhältnisse und die Witterungsbedingungen anders geartet sind, als bei uns, ließen sich jene Beobachtungen auch nicht verwerten für Anfechtung oder Begründung der Richtigkeit der von mir aufgestellten Sätze. So müssen wir uns eben auf die 17 Jahre beschränken, die uns die Beobachtungen in Buus an die Hand geben. Zu diesem Zwecke sind in der beigefügten Tabelle die Mittel der Bodentemperaturen des Herbstes für die verschiedenen Tiefen von 5, 30, 60 und 120 cm in den einzelnen Jahren angegeben und dazu noch die Mittelwerte für die Lufttemperatur im darauffolgenden Winter.

Es treten uns da drei recht milde Winter entgegen in den Jahren 1898/99, 1909/10 und 1911/12. Sie zeigen nach unserer Tabelle eine mittlere Temperatur von  $+2,62^{\circ}$ ,  $+2,15^{\circ}$  und  $+2,79^{\circ}$ . Ebenso treten uns drei strenge Winter entgegen in den Jahren 1900/01, 1906/07 und 1908/09 mit einer mittleren Temperatur von  $-1,11^{\circ}$ ,  $-1,55^{\circ}$  und  $1,33^{\circ}$  \*). Wäre nun die aufgestellte Theorie richtig, so müßten wir im Herbst der Jahre 1898, 1909 und 1911 große Bodenwärme und Bodenfeuchtigkeit finden, in den drei andern Jahren 1900, 1906 und 1908 geringe Bodenwärme und -Feuchtigkeit (oder wenigstens das eine oder andere). Vom Herbst 1911 haben wir schon geredet. Das Jahr 1898 zeigt auch hohe Bodentemperaturen des Herbstes, nämlich  $11,04^{\circ}$  in 5 cm Tiefe,  $10,21^{\circ}$  in 30 cm Tiefe,  $11,47^{\circ}$  in 60 cm Tiefe und  $12,41^{\circ}$  in 120 cm Tiefe. Dazu kommt eine Bodenfeuchtigkeit die das Durchschnittsmaß um 15 mm übertrifft. Der folgende Winter war mild. Das Jahr 1909 zeigt uns folgende

---

\*) Das Temperaturmittel des Winters beträgt in Buus  $-0,1^{\circ}$ .

Bodentemperaturen des Herbstes:  $9,27^{\circ}$  in 30 cm Tiefe,  $10,23^{\circ}$  in 60 cm Tiefe und  $11,45^{\circ}$  in 120 cm Tiefe. Die Temperaturen in 5 cm Tiefe zeigen dort eine Lücke. Es darf aber angenommen werden, daß sie so gut wie diejenige in 30 cm gegenüber dem Durchschnittswert einen kleinen Ueberschuß aufweisen, während die Temperaturen in 60 und 120 cm Tiefe einen kleinen Fehlbetrag aufweisen. Auch die Niederschlagsmenge zeigt einen kleinen Ueberschuß, allerdings nur im Betrag von 5,9 mm. Wir könnten also auch da die Voraussetzungen für einen nachfolgenden milden Winter vorfinden. Immerhin mit der Einschränkung, daß nur die oberen Schichten der Erboberfläche, also bis zur Tiefe von 30 cm als wirksam in Betracht kämen. Es würde dies die Ansicht eines J. Dreiß bestätigen, der in Heft 3 der Umschau vom 14. Januar 1911 unter der Rubrik: „Betrachtungen und kleine Mitteilungen“ einen Artikel schrieb: „Gibt es Vorzeichen für milde resp, strenge Winter?“ Er spricht dabei auch ähnliche Gedanken aus, wie ich sie darlegte und schreibt: „Es kann sich hoher Luftdruck in der kalten Jahreszeit nur über trockenem Boden dauernd erhalten. Und zwar geben den Ausschlag die Bodenschichten in ca. 0,5 m Tiefe, da die Oberfläche bei jedem Windstoß abtrocknet.“ Wir hätten also für diese drei milden Winter die von uns postulierten Vorbedingungen als zutreffend gesehen.

Wie steht's mit den drei kalten Wintern 1900/01, 1906/07 und 1908/09? Da müßten wir im Herbst Mangel an Bodenwärme oder Bodenfeuchtigkeit voraussetzen. Der Herbst 1900 zeigt folgende Bodentemperaturen:  $10,18^{\circ}$  bei 5 cm,  $9,65^{\circ}$  bei 30 cm,  $10,90^{\circ}$  bei 60 cm und  $11,80^{\circ}$  bei 120 cm Tiefe. Bodenwärme war also in reichlicherem Maß als durchschnittlich vorhanden. Hingegen fehlte die Bodenfeuchtigkeit in ausgiebigem Maße. Der Herbst 1900 zeigte einen Fehlbetrag von 49,8 mm. Eine Prognose für milden Winter hätte also damals nicht gestellt werden können. Das Jahr 1906 zeigte im Herbst ebenfalls wieder reichliche Bodenwärme, nämlich folgende Temperaturen:  $10,76^{\circ}$  in 5 cm,  $9,85^{\circ}$  in 30 cm,  $10,81^{\circ}$  in 60 cm und  $11,80^{\circ}$  in 120 cm Tiefe. Aber wiederum zeigte die Nieder-

schlagsmenge des Herbstes einen Fehlbetrag von 57,4 mm. Also auch da war keine Prognose für einen milden Winter angebracht. Das gleiche gilt vom Jahre 1908. Die herbstlichen Bodentemperaturen (9,09°, 8,73°, 9,88°, 11,28°) waren niedriger als der Durchschnittswert, dazu die Niederschlagsmenge um 34,9 mm zu gering. Es konnte also der folgende Winter kein milder sein. Die Jahre 1901 bis 1905 und 1910 brachten uns ebenfalls, wie die Tabelle zeigt, milde Winter, wenn auch nicht so ausgesprochen milde, wie die drei zuerst erwähnten, und ebenso 1896 und 1897. Die beiden zuletztgenannten Jahre zeigen recht tiefe Bodentemperaturen im Herbst. Die Prognose konnte keinen milden Winter in Aussicht stellen. Er trat aber doch tatsächlich ein, allerdings nicht in besonderm Maße. Die Jahre 1901, 1902, 1904, 1905, 1910 brachten ebenfalls niedrige Bodentemperaturen im Herbst, hätten also auch keinen milden Winter erwarten lassen sollen, gleichviel ob die Regenmenge im Herbst eine positive (1902, 1905 und 1910) oder negative (1901 und 1904) Abweichung zeigte. Der Winter 1895/96 war etwas zu kalt. Voraus ging hohe Bodentemperatur, aber eine um 80,4 mm zu geringe Niederschlagsmenge im Herbst. Der nahezu normale Winter 1907/08 zeigt vorausgehend hohe Bodentemperatur, aber zu geringe Niederschläge im Herbst.

Fassen wir die Resultate dieser kritischen Untersuchung zusammen, so ergibt sich folgende Tabelle der Abweichungen:

Jahr	Herbst		Winter
	Bodentemperatur	Regenmenge	Lufttemperatur
1895	+	—	—
1896	—	+	+
1897	—	—	+
1898	+	+	+
1899	—	—	+
1900	+	—	—
1901	—	—	+
1902	—	+	+
1903	+	+	+
1904	—	—	+

Jahr	Herbst		Winter
	Bodentemperatur	Regenmenge	Lufttemperatur
1905	—	+	+
1906	+	—	—
1907	+	—	+
1908	—	—	—
1909	+	+	+
1910	—	+	+
1911	+	0	+
1912	—	+	+

Wir ersehen hieraus, daß in den Jahren, in welchen sowohl Bodentemperatur als auch Bodenfeuchtigkeit des Herbstes eine positive Abweichung zeigen (in den Jahren 1898, 1903, 1909 und eventuell 1911) der darauffolgende Winter mild ausfiel. Es gestattet uns also den Schluß zu ziehen: *Zeigt der Herbst hohe Bodentemperatur und bringt er viel Niederschläge so haben wir einen milden Winter zu erwarten.* Weitere Schlüsse lassen sich nicht ziehen. Wir dürfen also nicht etwa sagen: Ist die Bodentemperatur des Herbstes niedrig und fällt wenig Regen, so steht ein strenger Winter in Aussicht. Die Jahre 1897, 1899, 1901 und 1904 sprechen dagegen. Auch dürfen wir den obigen Satz nicht umkehren und sagen: Einem milden Winter geht stets ein nasser Herbst mit hoher Bodentemperatur voraus. Eine Anzahl Jahre zeigen entweder einen Herbst mit niedriger Bodentemperatur vorausgehend (1896, 1897, 1899, 1901, 1902, 1904, 1905, 1910), andere einen trockenen Herbst (1895, 1897, 1899, 1900, 1901, 1904, 1907), die 3 Jahre 1897, 1901 und 1904 sogar beides zusammen, einen trockenen Herbst mit niedriger Bodentemperatur, und doch folgte ein milder Winter. Ob der oben angeführte Schluß allgemeine Gültigkeit hat und keine Ausnahme kennt, kann, weil er nur aus dem kurzen Zeitraum von 17 Jahren abgeleitet ist, nicht behauptet werden. Aber er hat doch sehr große Wahrscheinlichkeit für sich, da sich seine Gültigkeit nach den Gesetzen der Meteorologie sehr wohl erweisen läßt. Wir bekommen, wie sich dies eigentlich von selbst ergibt, bei reichlich vorhandener feuchter Wärme für den Winter ein maritimes Klima.



Die Bodenwärme im Herbst 1911 rührte her von dem außerordentlich warmen und sonnenscheinreichen Sommer. Wir dürfen nun aber keineswegs etwa unsern oben angeführten Satz so umdeuten, daß wir sagen würden: Auf einen heißen Sommer und nassen Herbst folgt ein milder Winter. Das könnten wir nur dann tun, wenn die Bodenwärme einzig und allein von der in die Tiefe geleiteten Sonnenwärme abhängig wäre. Das trifft aber nicht zu. Ein recht deutliches Beispiel gibt uns das Jahr 1898. Dort finden wir die zweithöchste Bodentemperatur im Herbst. Der vorhergehende Sommer war aber keineswegs warm, sondern im Gegenteil im Mittel um  $0,2^{\circ}$  zu kalt. Aehnlich ist's mit dem Jahr 1907, das mit seiner herbstlichen Bodenwärme den dritten Rang einnimmt. Der vorausgehende Sommer war dort auch zu kalt und zwar um den hohen Betrag von  $0,9^{\circ}$ . Daß trotzdem der Boden im Herbst eine größere Wärme als durchschnittlich zeigte, rührte davon her, daß der Boden nicht nur durch Leitung, sondern auch durch Convektion erwärmt wird, durch das Eindringen warmer Regen. Das Jahr 1898 brachte im Sommer wiederholt starke Gewitter mit ausgiebigem Regen (10 Tage mit mehr als 10 mm Niederschlag) und wenigstens im Spätherbst, in den Monaten Oktober und November einen Ueberschuß an Regen. Aehnlich zeigt das Jahr 1907 sieben Tage im Sommer mit mehr als 10 mm und im September noch drei solche. Da ist es leicht erklärlich, wie die Wärme von der Erdoberfläche in tiefere Schichten des Erdbodens mit fortgerissen wurde. Ich glaube auch, darin, daß auf diese verschiedene Weise das höhere und geringere Maß von Bodenwärme zustande kommt, liegt es begründet, daß nicht einfach auf einen heißen Sommer ein strenger Winter und auf einen kalten Sommer ein milder Winter folgt. Die vorhandene Bodentemperatur in Verbindung mit Ueberfluß oder Mangel an Bodenfeuchtigkeit wird je nachdem verschärfend oder ausgleichend wirken. Darum kann ebenso gut auf einen heißen Sommer ein milder Winter folgen und auf einen kühlen Sommer ein strenger Winter. Die verschiedenen Elemente: heißer oder kühler Sommer,



nasser oder trockener Herbst, reichliche oder geringe Bodenwärme im Herbst und kalter oder milder Winter gestatten eine so große Anzahl von verschiedenen Kombinationen, daß uns damit die verschiedene Gestaltung der Jahreszeiten und ihre verschiedenartige Aufeinanderfolge leicht erklärlich wird.

Und noch etwas, scheint mir, wird aus dem Umstand, daß Bodenwärme und Bodenfeuchtigkeit die Prognose für einen bevorstehenden milden Winter bedingen, erklärlich. Bekanntlich gibt es „Wetterpropheten“, die aus dem Verhalten gewisser im Boden lebender Tiere, wie z. B. der Mäuse, allerlei Schlüsse glauben auf den kommenden Winter ziehen zu dürfen. Es mag sein, daß manchesmal beabsichtigte Täuschung mit unterläuft. Aber ich kann mir auch ganz gut denken, daß eine solche Prophezeiung in guten Treuen gemacht wird und dann nicht eintrifft, weil die Tiere im Boden uns nur die *Bodenwärme* zum Ausdruck bringen, nicht aber die *Bodenfeuchtigkeit*. Ich denke mir, Mäuse, Käfer, Engerlinge werden mehr an der Oberfläche sich halten, wenn eben der Boden recht warm ist, ob er feucht oder trocken ist, wird für sie nicht in Betracht kommen. Aus diesem Grunde läßt sich aus dem Verhalten dieser Tiere allein keine sichere Prognose für den Winter stellen.

Und nun noch die Frage: Wann, in welchem Zeitpunkt sind wir im Stande, eine sichere Prognose für einen bevorstehenden milden Winter zu geben? Die Prognose wird selbstverständlich ihre größte Wahrscheinlichkeit dann erlangen, wenn der Herbst vorbei ist, d. h. nach Verfluß des November. Es kann immerhin auch Fälle geben, wo eine solche Prognose allerdings mit etwas geringerer Sicherheit schon vorher gestellt werden kann. Dann nämlich, wenn schon der Anfang des Herbstes die genannten Bedingungen erfüllt, wenn er einerseits schon ein reiches Maß von Niederschlägen in seinen zwei ersten Monaten gebracht und andererseits ein so reiches Maß von Bodenwärme, daß auch ein starker Rückgang derselben sie nicht unter das durchschnittliche Mittel herunterzudrücken vermöchte, wie das beispielsweise im

Herbst 1898 geschah. Dort ist in 30 cm Tiefe der November gegenüber dem Oktober stark zurückgegangen in der Bodentemperatur, aber September und Oktober hatten schon ein so reiches Maß gebracht, daß man annehmen konnte, die Bodenwärme werde nicht zu gering ausfallen. Tatsächlich hätte auch die Bodentemperatur jener Tiefe von 30 cm noch um 3° niedriger sein können, ohne daß das Mittel des ganzen Herbstes unter das Durchschnittsmittel gesunken wäre. Für geschäftliche Unternehmungen, wie Wintersport, Kohlenhändler, Händler mit Pelz- und Wollwaren mag es ja ein großes Interesse bieten, zeitig, je bald, desto lieber zu erfahren, was für ein Winter in Aussicht steht oder wenigstens, ob ein milder Winter mit Sicherheit zu erwarten ist oder nicht. Aber sie werden sich eben auch wie andere Menschen begnügen müssen mit der Tatsache, daß eine Voraussage nur unter ganz besonders günstigen Umständen möglich ist und dann auch erst mit Ende des Herbstes. Je früher eine Prognose ausgegeben wird, desto unsicherer ist sie und desto mehr begegnen wir ihr mit berechtigtem Mißtrauen.

### Bodentemperatur und -Feuchtigkeit im Herbst und Lufttemperatur im nachfolgenden Winter.

Jahr	Bodentemperatur im Herbst				Niederschlagsmenge im Herbst	Lufttemperatur im Winter
	5 cm	30 cm	60 cm	120 cm		
1895	10.54	9.29	10.73	11.64	173.7	— 0.12
1896	8.38	8.00	9.35	10.59	395.1	0.93
1897	8.62	8.28	9.77	11.17	198.7	0.91
1898	11.04	10.21	11.47	12.41	267.1	2.62
1899	9.46	8.87	10.31	11.63	211.9	1.05
1900	10.18	9.65	10.90	11.80	204.3	— 1.11
1901	8.86	8.43	9.82	11.25	249.8	1.05
1902	9.11	8.68	10.17	—	261.7	0.91
1903	10.47	9.78	10.70	11.51	255.1	0.26
1904	9.27	9.16	10.26	11.54	181.1	0.06
1905	8.02	8.05	9.34	10.77	303.1	0.32
1906	10.76	9.85	10.81	11.80	196.7	— 1.55
1907	11.12	10.19	11.10	11.68	131.1	— 0.04
1908	9.09	8.73	9.88	11.28	219.2	— 1.33
1909	—	9.27	10.23	11.45	260.0	2.15
1910	9.78	8.94	10.07	11.48	279.5	0.12
1911	12.10	10.26	11.42	12.76	242.4	2.79
1912	8.33	7.03	8.35	10.21	270.8	1.59
Mittel	9.71	9.17	10.26	11.47	239.0	0.66
					30jähr. Mittel 254.1	25jähr. Mittel — 0.07