Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich

Band: - (1948)

Artikel: Über den Einfluss der Waldnähe auf das Lokalklima : Untersuchungen im Gebiete des Hardwaldes bei Muttenz (Basel)

Autor: Lüdi, Werner / Zoller, Heinrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377520

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Teilen Mitteleuropas (Deutschland, Tschechoslowakei) viel stärker ausgeprägt als in der Schweiz. Sollten sich solche Trockenjahre rasch hintereinander wiederholen, so daß den geschwächten Individuen die Erholung nicht ermöglicht würde, so müßten sie sich in der Zusammensetzung der Vegetation viel stärker auswirken. Die Wälder würden sich merklich in xerischer Richtung verändern, ohne aber im allgemeinen ihren Typ zu ändern. Ein Umsichgreifen von Steppenvegetation käme nicht in Frage. Vor allem würden die nicht standortsgemäßen Arten langsam ausgemerzt, was in erster Linie die vom Menschen willkürlich vorgenommenen Einpflanzungen und Waldpflanzungen betreffen müßte. Besonders würde aber die Zusammensetzung der Heuwiesen betroffen durch ein Zurückweichen der mesophytischen Arten zugunsten von solchen mehr xerischer Natur.

ÜBER DEN EINFLUSS DER WALDNÄHE AUF DAS LOKALKLIMA

Untersuchungen im Gebiete des Hardwaldes bei Muttenz (Basel)

Von Werner *Lüdi* und Heinrich *Zoller*, Zürich.

Anfangs der vierziger Jahre beabsichtigte die Stadt Basel in der Hard bei Muttenz einen Flugplatz zu errichten. Zu diesem Zwecke hätte der Hardwald gerodet werden müssen. Die Gemeinde Muttenz befürchtete von dieser Rodung eine Verschlechterung des Klimas, da der Hardwald einen Schutz gegen die vom Rhein her wehenden Nord- und Nordostwinde bildet. Das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich erhielt eine Anfrage von Herrn Dr. W. Schmaßmann, kantonaler Wasserwirtschaftsexperte in Baselland, was für klimatische Folgen wohl von der Rodung des Hardwaldes zu erwarten seien. Eine Besprechung dieses Problems ließ es als zweckmäßig erscheinen, durch Messung der maßgebenden Klimafaktoren sich Einsicht in den Einfluß des Hardwaldes auf die Umgebung zu verschaffen. Das sollte durch Messung der Temperaturen, der Luftfeuchtigkeit, der Verdunstungskraft der Luft, der Windstärke im Waldinnern, am Waldrand, auf freiem Feld in Waldnähe und in größerer Entfernung vom Walde geschehen. Die Beobachtungstage sollten über das ganze Jahr verteilt werden mit Auswahl von Nordwindtagen, wobei Tage mit Spät- oder

Frühfrösten im Frühling und Herbst als besonders wertvoll zu betrachten waren, da sie extreme Unterschiede im Lokalklima erwarten ließen.

Die Besichtigung an Ort und Stelle ergab, daß die Errichtung einer befriedigenden Reihe von Beobachtungsstationen nicht so einfach war, weil mitten durch das südliche Vorgelände des Hardwaldes sich der hohe Damm der Eisenbahnlinie zieht, der weiter gegen Osten hin vom Güterbahnhof Muttenz abgelöst wird. Wir wählten schließlich eine Stelle im westlichen Hardgebiet (Hofacker), wo wir eine erste Beobachtungsstation im Waldinnern (etwa 20 m vom Waldrande entfernt), eine zweite am Waldrand, eine dritte im waldnahen Feld, 30 m vom Waldrand entfernt und eine vierte im offenen Feld, 100 m vom Waldrande entfernt errichteten. Die Messungen begannen jeweils um Mittag und dauerten rund 24 Stunden, bei stündlichen Ablesungen, die nur während der mittleren Nachtstunden unterbrochen wurden. Eine Beobachtungsperiode begann also zur Zeit der maximalen täglichen Aufwärmung, umfaßte den Abstieg der Temperatur zum nächtlichen Minimum und den Aufstieg zur maximalen Erwärmung des nächsten Tages. Wir wählten diese sonst wenig gebräuchliche Anordnung der Beobachtungen, um die Variation der nächtlichen Mindestwerte der Temperatur möglichst gut zu erfassen, da für die Beurteilung der lokalklimatischen Verhältnisse in unserm Falle weniger die Temperaturen des Tages als die kühleren Abend- und Morgenstunden maßgebend sein mußten. Regelmäßig wurden auch Messungen der Windstärken durchgeführt. Im ganzen kamen 7 Meßperioden zur Ausführung: 18./19. Mai 1943, 15./16. Juli 1943, 19./20. Oktober 1943, 22/.23. Dezember 1943, 29./30. März 1944, 19./20. April 1944, 9./10. Mai 1944. Bei der letzten Messung verlegten wir die Stationen weiter nach Osten, an den östlichen Rand des Hardwaldes (vgl. S. 100).

Die Ablesungen wurden von den Herren B. Stüßi, Assistent, und H. Siegl, Laborant am Geobot. Forschungsinstitut Rübel, in Verbindung mit Dr. W. Schmaßmann und technischen Beamten des Straßen- und Wasserbauinspektorates von Baselland ausgeführt. Wir verdanken allen Mitwirkenden ihre Arbeit, Herrn Dr. W. Schmaßmann seine Initiative und der Direktion des Innern des Kantons Baselland ihre finanzielle Unterstützung.

Die im Freien gelegenen Stationen umfaßten eine kleine, zusammensetzbare, weißgestrichene Beobachtungshütte, die nach Angaben von Dr. Schmaßmann erbaut wurde. Sie ermöglichte die freie Luftzirkula-

tion, schützte aber die Instrumente vor der direkten Besonnung. In ihr wurden aufgestellt: je ein Sixthermometer in 10 cm und 100 cm Höhe über dem Boden und ein Haarhygrometer in 100 cm Höhe über dem Boden. Auf der Südseite dieser Hütte, der Sonne frei ausgesetzt, gruben wir zwei Erdbodenthermometer ein, das eine in 2 cm, das andere in 10 cm Bodentiefe. Außerdem stellten wir, ebenfalls frei der Sonne ausgesetzt, ein Livingstonsches Atmometer auf, mit kugeligem Verdunstungskörper und in der von uns hergestellten Bürettenmontierung. Die Waldstation besaß die gleiche Ausrüstung; doch wurden die Instrumente statt in einer Beobachtungshütte frei auf der Schattenseite einer dickstämmigen Buche befestigt.

Wir bringen nachstehend die wichtigsten Ergebnisse dieser Beobachtungen, die zwar nicht ganz befriedigen. Sie geben uns einwandfreie Tages-Beobachtungsreihen; aber es gelang nicht, durch kräftigen Nordwind und Spät- oder Frühfrost ausgezeichnete Tage in unsere Messungen einzubeziehen, trotzdem gerade diese die größten Extreme zwischen dem offenen Feld und dem vom Walde geschützten Gebiet erwarten ließen. Solche Tage sind in manchen Jahren recht selten, und dann muß man sie eben erwischen, was bei unserer etwas schwerfälligen Organisation nicht leicht war. Unterdessen war vom Baslervolk die Erstellung des Flugplatzes im Hardgebiet abgelehnt worden, und damit verschwand auch das Interesse der basellandschaftlichen Behörden an der Weiterführung der Untersuchungen. Wir mußten diese somit verfrüht abbrechen. Immerhin sind die Ergebnisse auch in der vorliegenden Gestalt so, daß ihre Veröffentlichung in knapper Form angezeigt erscheint, wobei wir aber auf die Beiziehung des Schrifttums verzichten.

Zur graphischen Darstellung wählten wir in erster Linie einen Spätfrühlingstag und einen Wintertag aus, die den charakteristischen Gang der beobachteten meteorologischen Faktoren zur Zeit des hohen und des tiefen Sonnenstandes wiedergeben (Abb. 1 und 2). Dazu kam der Beobachtungstag mit einer anderen Stationenreihe (Abb. 3), und schließlich eine Zusammenfassung ausgewählter, besonders kennzeichnender Elemente durch die Mittelwerte aller Beobachtungstage der Vegetationszeit (Abb. 4).

18./19. Mai 1943

Die Beobachtungen wurden am 18. Mai 1943 von 14 bis 22 Uhr und am 19. Mai von 4 bis 15 Uhr stündlich ausgeführt. Der Himmel war

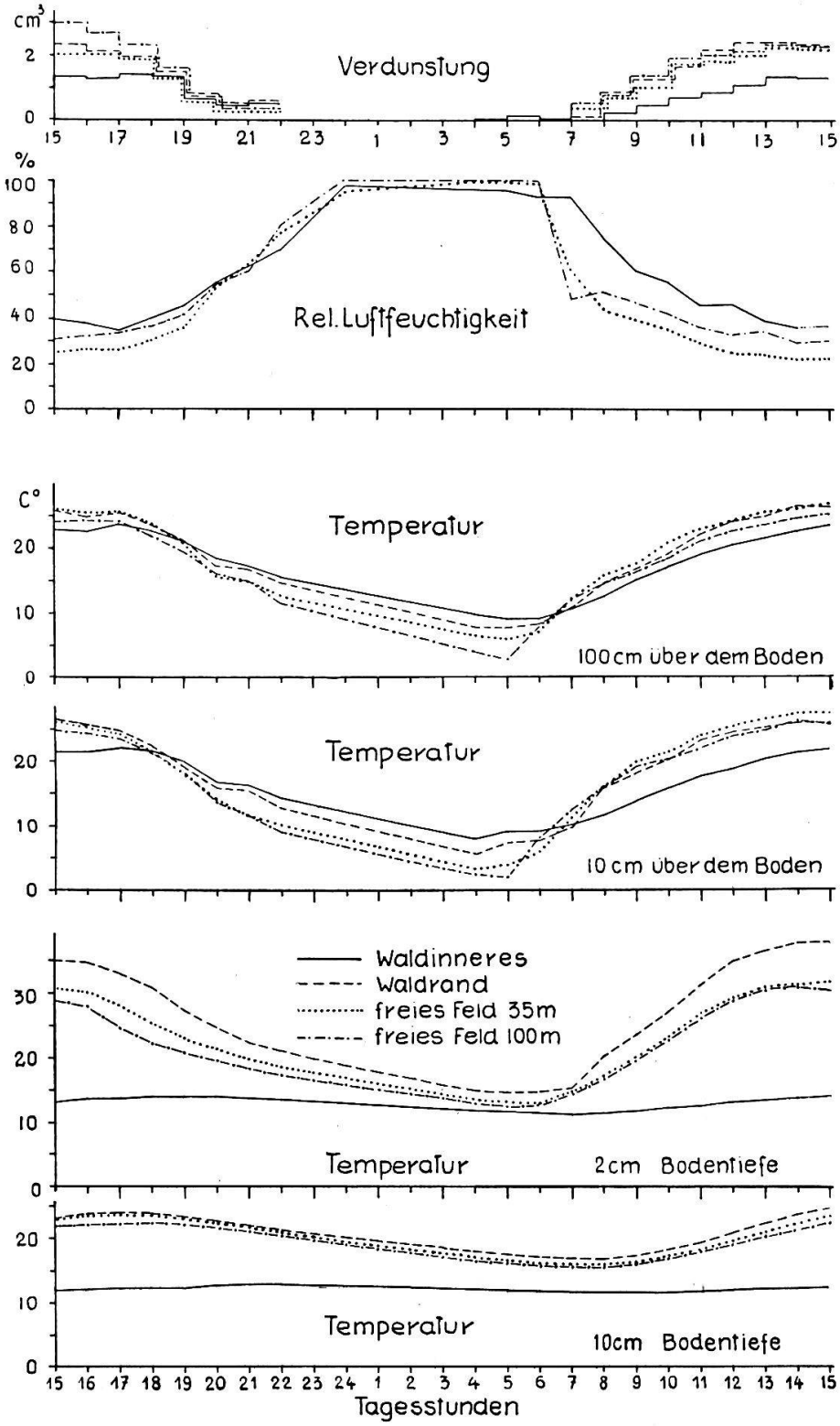

Abb. 1. Graphische Darstellung der Ergebnisse der Beobachtungen vom 18./19. Mai 1943. Bei der Luftfeuchtigkeit ist die Station Waldrand weggelassen worden, da ein Teil der Messungen nicht einwandfrei ist.

wolkenlos. Leichter NNW-Wind (Basel meldet am 18. mittags NE, abends WSW; am 19. morgens WNW und mittags NNW-Wind). Sonnenuntergang für die verschiedenen Stationen um 19.30, 19.45 und 19.55; Sonnenaufgang 5.25 bis 7.00 vom freien Feld bis zum Waldrand. Während der Nacht fiel auf freiem Feld Tau, und eine etwa 2 m hohe Nebelschicht legte sich über das Feld, die erst um 6.00 morgens wegging. Die Ergebnisse der Messungen sind in Abbildung 1 zusammengestellt.

Temperaturen. Lufttemperatur. 1 m über dem Boden: Warmer Tag; Maximum je nach der Station 22,5° bis 26,5°; kräftige nächtliche Abkühlung, stark differenziert nach den einzelnen Stationen bis auf 4 bis 10°. Schön ausgeprägte Tagesschwankungen, im Walde am geringsten, auf dem freien Felde am stärksten. Wald tagsüber kühl, nachtsüber warm. Freies Feld tagsüber mäßig erwärmt, nachts ausgesprochen am kältesten; waldnahes Feld und Waldrand bei wenig verschiedenen Werten tagsüber am wärmsten. Überschneidung der Kurven um 18 bis 19 Uhr und zwischen 6 bis 7 Uhr. Nachtsüber schöne Temperaturabstufung vom freien Feld zum Wald: freies Feld am kältesten, etwa 1 bis 2° kälter als waldnahes Feld, dieses 1 bis 1,5° kälter als der Waldrand, und dieser 1,5 bis 2° kälter als das Waldinnere.

Bodennahe Luftschicht (10 cm über dem Boden): Die Kurven verlaufen ähnlich wie in 1 m Höhe über dem Boden. Doch während der Nacht stärkere Abkühlung: wieder ausgesprochen am kältesten auf dem freien Felde, von 4 bis 5 Uhr nur 2 bis 2,5°, im waldnahen Feld 3,5 bis 4°, im Waldinnern 8 bis 9°. Beim Vergleich der Tagestemperaturen in 10 cm und 100 cm Bodennähe ergibt sich, daß der Wald in 1 m Bodenhöhe etwas wärmer ist, als in der bodennahen Luftschicht, während das Feld sich gerade umgekehrt verhält. Am Waldrand ist der Unterschied zwischen 10 cm und 1 m Bodenhöhe am kleinsten und schwankend, bald nach dem Typus des Waldinnern, bald nach dem des freien Feldes.

Bodentemperatur. 2 cm Bodentiefe: Die tägliche Schwankung ist im Waldinnern sehr gering. Die Extremwerte liegen zwischen 12 und 14° und werden erst verspätet erreicht, das Maximum am 18. Mai um 20 Uhr, das Minimum um 7 Uhr. Auf dem Freiland liegen die Maxima und Minima des Bodens weit höher als in der freien Luft; die obersten Bodenschichten werden also beträchtlich stärker erwärmt. Ausgesprochen am wärmsten ist im Freiland der Waldrand, wo wir

ein Tagesmaximum von 34,5° und ein Tagesminimum von 14,5° feststellten. Am kältesten ist das freie Feld mit 31°, beziehungsweise 12,5°. Das waldnahe Feld hält mittlere Werte oder nähert sich dem offenen Feld (2. Tag). Kurvenüberschneidungen finden nicht statt.

10 cm Bodentiefe: Die tägliche Schwankung ist im Waldinnern und im Freien gering, mit starker Verschiebung der Maximal- und Minimalwerte gegenüber der Lufttemperatur. Im Waldinnern schwankt die Temperatur von 11,5 bis 12,5° (Maximum am 18. um 21 Uhr, Minimum um 8 bis 10 Uhr). Im Freiland verlaufen die Kurven ziemlich parallel mit einer Differenz von 1 bis 2°, wobei wiederum das offene Feld am kältesten ist, der Waldrand am wärmsten. Im offenen Feld wird das Maximum um 17 Uhr erreicht mit 22,3°, das Minimum um 7 Uhr mit 15,4°. Verglichen mit 2 cm Bodentiefe ist auf dem freien Feld die tägliche Schwankung in 10 cm Bodentiefe in den Maximal- und Minimalwerten sehr gemäßigt. Tagsüber ist in 10 cm Bodentiefe die Temperatur ausgesprochen niedriger als in 2 cm Bodentiefe. Über Nacht kehrt sich das Verhältnis gerade um. Im Walde dagegen gehen die beiden Kurven nur wenig auseinander: tagsüber ist der Waldboden in 2 cm Tiefe etwa 1,5° wärmer als in 10 cm Tiefe, und in den frühen Morgenstunden ist die oberflächliche Bodenschicht um ein weniges (im Maximum 0,5°) kälter.

Relative Luftfeuchtigkeit. Sie ist tagsüber niedrig, am größten im Waldinnern (Minimum 36%), im waldnahen Feld kleiner als im waldfernen Feld (Minimum 22%; die Werte vom Waldrand konnten nicht verwendet werden), steigt aber von 18 Uhr an sehr rasch an bis zum Sättigungswert, wobei dieser im freien Felde am raschesten und ausgeprägtesten erreicht wird (Nebelschicht).

Am Morgen ist das Absinken der relativen Luftfeuchtigkeit noch rascher als der Anstieg am Abend. Im Freien sinkt sie zwischen 6 bis 7 Uhr von 99,5% auf 47,5% (freies Feld), beziehungsweise von 98% auf 61% (waldnahes Feld), was mit der Auflösung des Nebels zusammenhängt. Im Wald erfolgt der Rückgang später und langsamer: 7 Uhr 93%, 8 Uhr 75%, 9 Uhr 61%, nachmittägliches Minimum von 36% um 14 Uhr.

Verdunstungskraft der Luft. Die Verdunstung der Atmometer folgte im allgemeinen der Temperatur und ging entgegengesetzt der relativen Luftfeuchtigkeit. Von 20 Uhr bis 8 Uhr wurden nur unbedeutende Verdunstungswerte erreicht, und am frühen Morgen ergab sich in den Frei-

landstationen sogar eine Wasseraufnahme infolge des Tauniederschlages auf den Verdunstungskörpern. Tagsüber war die Verdunstung im Walde ausgesprochen am geringsten, während die Freilandstationen keine wesentlichen Unterschiede aufwiesen. In der Nacht dagegen blieb die Verdunstung im Walde hinter den übrigen Stationen nicht zurück oder übergipfelte sie sogar um ein weniges, was sich durch die geringere Wasserdampfsättigung der Luft leicht erklären läßt. Die maximale stündliche Wasserverdunstung erreichte etwa 2,5 bis 3 cm^3. [1]

15./16. Juli 1943

Die Beobachtungen wurden am 15. Juli stündlich von 11 bis 22 Uhr, am 16. Juli von 4 bis 11 Uhr ausgeführt. Der Himmel war am 15. sozusagen wolkenlos. Am Nachmittag zeigten sich einige Cirrusbildungen am Westhimmel. Dabei wehte ein leichter Nordwestwind (Basel meldet mittags NNW, abends SSW). Am 16. ist der Himmel bewölkt, und um 10 Uhr 30 kommt es zu einem Gewitterregen. Am Morgen schwacher Ostwind (Basel meldet keinen Niederschlag und um 7 Uhr 30 OSO). Am frühen Morgen etwas Tau bei Station 2 bis 4.

Temperaturen. Lufttemperatur. 1 m über dem Boden: Die Tagesschwankung ist am 15. gut ausgeprägt (maximale Erwärmung je nach Station 25 bis 29,5°), am 16. gestört durch den gewittrigen Charakter der allgemeinen Wetterlage. Die Milderung der Temperatur im Walde gegenüber dem Freiland fällt am warmen ersten Meßtag besonders stark auf. Die Maximaltemperaturen über dem Felde fallen für alle Stationen auf 15 Uhr. Sie sind unter sich nur wenig verschieden. Um diese Zeit ist es im Walde, wo die Temperatur bis 16 Uhr noch um ein Grad ansteigt, 5° kühler. In der Nacht kehrt sich das Verhältnis um: Wald am wärmsten, freies Feld am kältesten (2 bis 4° kälter als Wald). Am 16. morgens um 5 Uhr liegen die Temperaturen der verschiedenen Stationen nur um ein Grad auseinander.

Bodennahe Luftschicht (10 cm über dem Boden): Die Temperatur verläuft ähnlich wie in 1 m Höhe. Die Extreme sind aber stärker ausgeprägt: im Waldinnern kühler, im freien Feld tagsüber etwas wärmer, in der Nacht etwas kälter als 1 m über der Bodenoberfläche.

---

[1] Wie alle weiteren Angaben über die Verdunstungsgröße auf den Standard reduziert. Reduktionskoeffizient 0,70. Die Verdunstungsgröße von 2,5 cm^3/Std. entspricht also einer Ablesung von 3,5 cm^3/Std.

Über dem freien Feld fallen die Temperaturen von etwa 30 bis 30,5° um 15 Uhr auf das Minimum von etwa 13° ab, welches schon um 21 Uhr erreicht wird und bleiben dann bis am Morgen sozusagen unverändert. Am Waldrand verlangsamt sich der Temperaturabfall am Abend, und noch viel langsamer geht er im Walde vor sich. In diesen beiden Stationen dauert er während der ganzen Nacht an, so daß sie das Minimum erst am Morgen erreichen. So ergeben sich am Abend verhältnismäßig große Differenzen zugunsten des Waldes (sie betragen zwischen 21 und 22 Uhr 5°); um 5 Uhr morgens dagegen gehen die Temperaturen aller Stationen kaum 1° auseinander und sind gleich hoch wie 1 m über dem Boden.

Bodentemperatur. 2 cm Bodentiefe: Schöne, regelmäßige Kurven. Im Walde gleicher Verlauf wie am 18./19. Mai (Minimale Schwankung, verspätete Extreme). Am Nachmittag des 15. liegen bei normalem Strahlungswetter die Maxima in den obersten Bodenschichten über freiem Feld wiederum wesentlich höher als in der freien Luft. Bei gestörter Wetterlage am 16. Juli sind die Verhältnisse wesentlich anders, indem die Werte in der freien Luft höher liegen als im Boden. Der Waldrand ist im Gegensatz zum 18./19. Mai tagsüber ungefähr gleich warm wie die äußere Feldstation und nur in den Nachtstunden wärmer als das freie Feld. Das waldnahe Feld ist tagsüber etwas kühler.

10 cm Bodentiefe: Verlauf ziemlich genau mit den Beobachtungen des 18./19. Mai übereinstimmend.

Relative Luftfeuchtigkeit. Der Gang der relativen Luftfeuchtigkeit zeigt Ähnlichkeit mit dem 18./19. Mai. Tagsüber ist die Luft aber noch merklich trockener (geringster Wert im waldnahen Feld 22%). Dann rasches Ansteigen über freiem Feld bis zu einem ersten Maximum (90 bis 95%), das um 22 Uhr erreicht wird, wonach die Luftfeuchtigkeit wieder etwas kleiner wird, während im Walde die Werte mehr allmählich und kontinuierlich bis zum frühen Morgen ansteigen und schon um 4 Uhr morgens die Werte über dem freien Feld überschreiten. Von 4 bis 5 Uhr verstärkt sich dieser Anstieg noch bis zu einem Maximum von 95%, und auch an den anderen Stationen über dem freien Feld nimmt die relative Luftfeuchtigkeit noch einmal zu und erreicht einen zweiten Höchstwert, der wohl mit der Taubildung zusammenhängt, jedoch etwas unter den Werten des Waldinnern zurückbleibt. Von 6 Uhr an beobachteten wir wie im Mai, einen starken Abfall der relativen Luftfeuchtigkeit, der im weiteren Verlauf durch die Gewitterbildung

gestört wird und im Walde nach 8 Uhr, im Felde von 9 oder 10 Uhr an in eine rückläufige Bewegung übergeht. Während dieses Vormittags beobachteten wir eine kontinuierliche und sehr bedeutende Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit vom Waldinnern bis in 100 m Entfernung vom Waldrand, zum Beispiel um 10 Uhr 30 80 →70 →55 →46%, während am Nachmittag des 15. Juli wie auch des 18. Mai die geringste relative Luftfeuchtigkeit meist bei 35 m Entfernung vom Waldrand gemessen wurde.

Verdunstungskraft der Luft. Der Verlauf der Verdunstungskurven weist gewisse Ähnlichkeit mit den entsprechenden vom 18./19. Mai auf. Wiederum messen wir während der Nachtstunden nur ganz unbedeutende Werte; doch findet am frühen Morgen keine Wasseraufnahme statt. Tagsüber ist die Verdunstung weitaus am geringsten im Walde, in 100 m Entfernung am größten, und am 15. Juli von 12 bis 15 Uhr in allen Feldstationen in der Stunde 2,5 bis 4 cm^3 erreichend. Nachts ist sie wiederum im Walde am größten.

19./20. Oktober 1943

Die Beobachtungen wurden am 19. stündlich von 12 bis 18 Uhr ausgeführt, am 20. von 6 bis 12 Uhr. Der Himmel war am 19. Oktober wechselnd bewölkt, zeitweise fast vollständig bedeckt, zeitweise aufhellend, am 20. hell (Sonnenaufgang um 8 Uhr). Am frühen Nachmittag des 19. bei Westwind leichter Regen. Abends wechselt der Wind nach Ost. Dann Ostwind bis zum Schluß der Beobachtungszeit.

Temperaturen. Ganz allgemein ist infolge der schwächeren Einstrahlung der Verlauf der Temperaturen charakterisiert durch kleine Unterschiede zwischen den einzelnen Stationen und sehr geringe Tagesschwankungen.

Lufttemperatur. 1 m über dem Boden: Der Unterschied zwischen der nächtlichen Abkühlung und der täglichen Aufwärmung beträgt maximal für alle drei außerhalb des Waldes gelegenen Stationen 8,5°, im Wald 6,5°, wobei die Temperaturen zwischen 8,5 bis 17° schwanken. Die Temperaturunterschiede betragen zwischen Wald und freiem Feld in den frühen Morgenstunden kaum 1°, am Mittag nicht über 2°. Waldrand und freies Feld sind über Tag nur um weniges wärmer, über Nacht nur unbedeutend kühler als der Wald.

Bodennahe Luftschicht (10 cm über dem Boden): Im großen und ganzen gleiche Werte und gleicher Verlauf wie 1 m über dem

Boden mit stärkerer Schwankung in der Station Waldrand (11°). Insbesondere ist die Station Waldrand am Vormittag des 20. merklich wärmer als die übrigen Stationen, 3,5 bis 4° wärmer als das Waldinnere.

Bodentemperaturen. 2 cm Bodentiefe: Die Temperaturen halten sich zwischen 12,2 und 17,5°, wobei die einzelnen Stationen keine großen Unterschiede aufweisen. Die tägliche Schwankung erreicht im Maximum 7° (Waldrand). Sie ist auch über Freiland sehr gering; nachts werden die entsprechenden Werte des Waldbodens nur um etwa 1° unterschritten; mittags erwärmt sich der Boden des Feldes bis 4° stärker als der Waldboden. Die Station Waldrand zeigt die höchsten Werte. Mit zunehmender Entfernung vom Waldrand nehmen die Temperaturen nicht kontinuierlich ab. Tagsüber ist die waldnähere Feldstation um ein weniges kälter als die waldfernere, und in der Nacht ist das Umgekehrte der Fall.

10 cm Bodentiefe: Die Temperaturen sind hier sehr ausgeglichen und bewegen sich zwischen 11,4 und 14,3°. Die Tagesschwankungen betragen im Maximum (Waldrand) 2°, im Waldinnern kaum 1°. Bemerkenswert ist, daß sich die Temperaturen über Freiland immer 1 bis 2° über den Werten des Waldes halten. Verglichen mit den übrigen Messungen sind diejenigen in 10 cm Bodentiefe tagsüber am niedrigsten, nachtsüber am höchsten, da sie die Tagesschwankung kaum mehr mitmachen (Maximum um 17 Uhr).

Die relative Luftfeuchtigkeit. Die Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit weicht wesentlich und in charakteristischer Weise von den sommerlichen Messungen ab. Sie ist stets hoch mit einer relativ kleinen Schwankung zwischen Tag und Nacht (etwa 70 bis 80% am Tag, 85 bis 100% in der Nacht). Während der ganzen Meßzeit ist der Waldrand am trockensten, etwas feuchter das waldnahe freie Feld. Im Waldinnern herrscht tagsüber eine etwas größere Feuchtigkeit als an den übrigen Stationen, während nachtsüber auf dem freien Feld in 100 m Entfernung vom Walde beträchtlich höhere Werte registriert wurden als an den übrigen Meßpunkten (etwa 100%).

Die Verdunstungskraft der Luft. Die Verdunstungskraft ist gering und erreicht nur in den mittleren Tagesstunden (10 bis 13 Uhr) Werte von 0,7 bis 1,5 cm^3/Stde. Im Walde bleibt sie stets tiefer. Eine Parallelisierung der einzelnen Stationen mit der relativen Luftfeuchtigkeit ist nur teilweise möglich. Es ergibt sich mehr oder minder ausgeprägt eine Abnahme vom freien Feld zum Waldinnern. In der Nacht liegen die

Werte sehr nahe beisammen und überschneiden sich wiederholt. Am frühen Morgen zeigt sogar das Waldinnere die größte Verdunstung, was auch mit der dortigen Lufttemperatur übereinstimmt.

22./23. Dezember 1943

Die Beobachtungen wurden am 22. von 12 bis 20 Uhr, am 23. von 7 bis 12 Uhr ausgeführt. Am 22. war das Wetter bedeckt und zeitweise regnerisch bei vorherrschendem, leichtem West- bis Südwind (Basel meldet 13 Uhr 30 SW). Am 23. war das Wetter etwas besser, bewölkt, zeitweise mit schwachem Sonnenschein bei Ostwind (Basel meldet 7 Uhr 30 ESE). Die Ergebnisse der Messungen sind für die extremen Stationen Waldinneres und freies Feld in Abbildung 2 zusammengestellt.

Temperatur. Im allgemeinen lassen sich ungefähr die gleichen Erscheinungen nachweisen wie am 19./20. Oktober. Doch sind der Jahres-

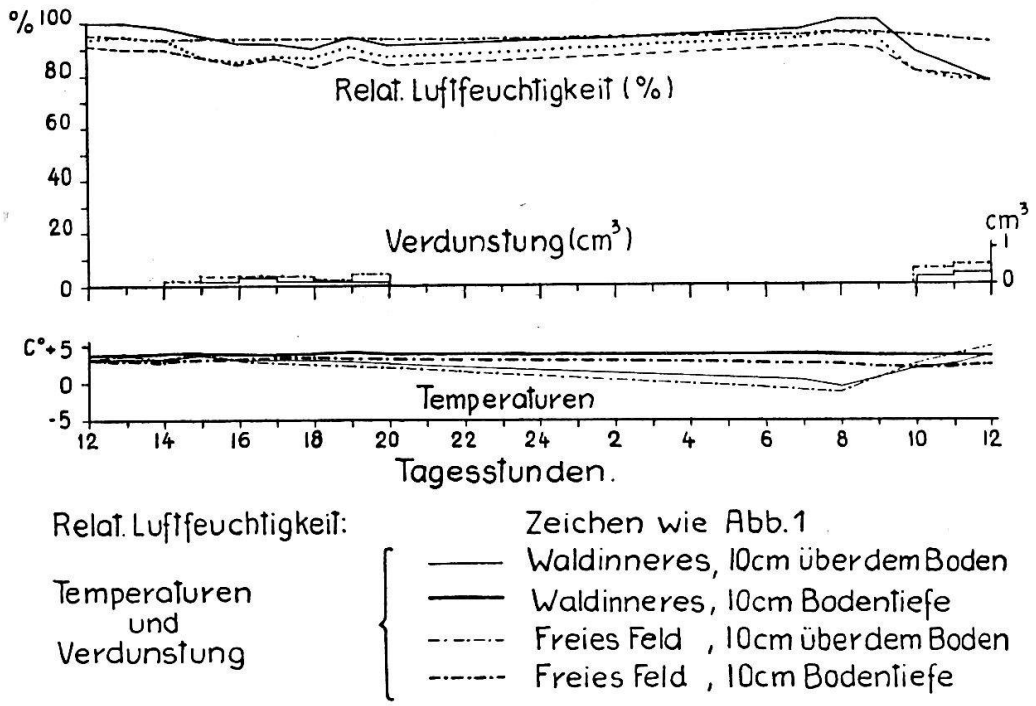

Abb. 2. Graphische Darstellung eines Teiles der Ergebnisse der Beobachtungen vom 22./23. Dezember 1943. Für die Temperatur wählten wir die Stationen aus, die die stärksten Gegensätze bilden, Waldinneres und waldfernes, freies Feld, je 10 cm über und unter dem Boden. Wir erhalten somit die größten, an diesem Beobachtungstag gefundenen Schwankungen. Ebenso bringen wir die Verdunstungswerte für Waldinneres und waldfernes, freies Feld. Für die relative Luftfeuchtigkeit dagegen sind alle vier Stationen eingesetzt.

zeit entsprechend die Tagesschwankungen noch geringer, und das Bündel der Kurven ist noch enger als im Oktober. Es zeigt die stärkste Auflockerung am Morgen, wo die maximalen Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Stationen 5 und 6° betragen, während sie am Mittag nur noch 3,5° ausmachen. Die Bodentemperaturen sind durchwegs höher als die Lufttemperaturen und fallen nicht unter den Gefrierpunkt. In 10 cm Bodentiefe bleiben sie Tag und Nacht beinahe unverändert, am höchsten im Wald, am tiefsten auf dem freien Feld (zwischen 2 und 4°); diejenigen in 2 cm Bodentiefe schwanken etwas mehr, wobei die Station Waldrand infolge merklicher Aufwärmung zeitweilig um ½ bis 1° wärmer wird als das Waldinnere (Waldrand 1,8 bis 4,6°, Waldinneres 3,2 bis 3,8°, offenes Feld 1,5 bis 3,6°). Die Meßpunkte an der freien Luft weisen eine etwas stärkere Schwankung auf mit Minimalwert unter 0°: 10 cm über dem Boden eine solche von —1,5 bis +6°; 100 cm über dem Boden eine solche von —2 bis +5°. Der Wald (Minimum = —0,5°) ist über Nacht etwas wärmer als das Feld. Tagsüber zeigen die einzelnen Stationen über dem Boden kaum Unterschiede; die Werte gehen nur um etwa 0,5° auseinander. Nur am Vormittag des 23. Dezember stehen in 10 cm über dem Boden die Station Waldrand und die waldnähere Feldstation um etwa 1° höher als die waldfernere Feldstation und etwa 2° höher als das Waldinnere. Die Aufwärmung ist also am Waldrand und im waldnahen Feld am deutlichsten.

Relative Luftfeuchtigkeit. Die relative Luftfeuchtigkeit verhält sich im wesentlichen wie am 19./20. Oktober. Sie ist andauernd hoch, am Mittag des ersten Meßtages zwischen 90 und 100%, dann im Laufe des Nachmittags im Wald, am Waldrand und im waldnahen Feld leicht absinkend (83 bis 93%), in der Nacht wieder auf 90 bis 100% steigend, und am Vormittag des 23. Dezember bei leichter Bewölkung für alle drei Stationen auf etwa 77% zurückgehend. Dabei weist die Waldstation die höchste Luftfeuchtigkeit auf, die innere Feldstation hält die Mitte, und der Waldrand ist am trockensten. An der äußeren Feldstation dagegen ändert die relative Luftfeuchtigkeit in dieser Zeitspanne kaum (90 bis 95%).

Verdunstungskraft der Luft. Die Verdunstungsmengen sind während der ganzen Meßzeit minimal, meist gleich Null, nur gegen Mittag des 23. auf 0,2 bis 0,3 cm^3/Stde ansteigend.

29./30. März 1944

Die Messungen wurden am 29. von 11 bis 21 Uhr 30, am 30. von 5 Uhr 30 bis 11 Uhr 30 durchgeführt. Das Wetter war am 29. bewölkt, jedoch mit Sonnenschein bei leichten westlichen bis südlichen Winden (Basel meldet 13 Uhr 30 WNW, 19 Uhr 30 SSE). Am 30. war der Himmel gleichmäßig bedeckt, ohne Sonne bei Westwind (Basel meldet 7 Uhr 30 W). Am Morgen über dem Felde leichter Nebeldunst.

Temperaturen. Lufttemperatur. 1 m über dem Boden: Der Jahreszeit entsprechend sind die Schwankungen der Temperatur wiederum größer als an den Meßtagen im Oktober und Dezember. Das freie Feld, zeitweilig auch der Wald, ist tagsüber am kühlsten, das waldnahe Feld und der Waldrand am wärmsten. Doch liegen die Werte der einzelnen Stationen außerordentlich benachbart; die Unterschiede zur Zeit der Extreme betragen nur 1 bis 2° (Maximum der Temperatur 16 bis 17°, Minimum 1,5 bis 3°).

Bodennahe Luftschicht (10 cm über dem Boden): Erwärmung und Abkühlung sind in den Größenmaßen ähnlich wie in 100 cm über dem Boden. Doch ist tagsüber der Waldrand deutlich am wärmsten, der Wald am kühlsten (maximale Differenz der beiden Stationen etwa 3°). Von 16 Uhr an wird das freie Feld 10 cm über dem Boden kühler als der Wald und seine Abkühlung macht rasche Fortschritte, so daß seine Temperatur von 20 Uhr bis zur letzten Messung um 21 Uhr 30 bei 4 bis 5,5°, bis 3° unter Waldrand und Wald liegt. Bis zum frühen Morgen gleicht sich die Temperatur 10 cm über dem Boden an die 100 cm-Temperaturen an, und alle acht Meßpunkte liegen zwischen 2,5 und 3,5°, also nur 1° auseinander.

Bodentemperatur. 2 cm Bodentiefe: Die Temperaturen sind tagsüber niedriger und nachtsüber höher als an der freien Luft; die Schwankungen sind also kleiner. Doch ergeben die verschiedenen Stationen bedeutende Unterschiede. Weitaus am ausgeglichensten sind die Temperaturen im Wald, wo sie tagsüber bis 7° hinter den andern Stationen zurückbleiben. Am höchsten stehen tagsüber die Feldstationen, besonders die waldferne. Von 17 Uhr an durch die ganze Nacht und bis in den andern Vormittag hinein ist dagegen die Station Waldrand um 1 bis 2° wärmer als alle übrigen Stationen, die in ein enges Bündel zusammenrücken. (Maximum der Temperatur außerhalb des Waldes 13 bis 15°, Wald 9°, Minimum 4,5 bis 7°).

10 cm Bodentiefe: Die Temperaturen aus 10 cm Bodentiefe sind am ausgeglichensten. Sie schwanken für die einzelne Station nur um 2,5 bis 3,5° und bewegen sich für alle Stationen zwischen 3,6 bis 9,3°. Die Extremwerte sind zeitlich sehr verschoben. Das Maximum fällt auf 17 bis 19 Uhr, das Minimum auf 8 bis 10 Uhr. Die Kurven der verschiedenen Stationen gehen parallel und überschneiden sich nicht. Während der ganzen Meßperiode ist es im Walde am kühlsten, am Waldrand am wärmsten (Differenz am Tage bis zu 2,5°). Die beiden Feldstationen halten ungefähr die Mitte zwischen dem Waldinnern und dem Waldrand. In 30 m Entfernung vom Walde ist es aber von 14 bis 21 Uhr um ½ bis 1° kühler als in 100 m Entfernung.

Relative Luftfeuchtigkeit. Die relative Luftfeuchtigkeit ist vom Mittag des ersten Meßtages bis um 17 Uhr sehr gering (27 bis 47%) und ist am höchsten bei der äußeren Feldstation, am kleinsten am Waldrand. Sie steigt dann rasch an und erreicht um 21 Uhr 30 für alle Stationen etwa 65%. Am frühen Morgen hat sie im Wald und bei der Feldstation annähernd den Sättigungswert erreicht, am Waldrand nur etwa 80%, steigt dann dort allerdings um 8 Uhr noch auf 87% an. Von 8 Uhr an erfolgt für alle Stationen ein steiler, zwischen 10 und 11 Uhr nochmals unterbrochener Abfall. Die Luftfeuchtigkeit bleibt aber viel höher als am Vortag, da sie um 11 Uhr erst zwischen 65 bis 75% steht, am niedrigsten bei den Feldstationen (am Vortag um 11 Uhr 29 bis 40%).

Die Verdunstungsmessungen sind an diesem Meßtage unvollständig, weshalb sie hier nicht berücksichtigt werden.

19./20. April 1944

Die Messungen wurden am 19. ausgeführt von 12 bis 22 Uhr (die Verdunstung nur von 16 bis 22 Uhr) und am 20. von 5 bis 12 Uhr (die Verdunstung erst von 6 Uhr an). Das Wetter war an beiden Tagen bedeckt. Am 19. andauernd Nordwestwind (Basel meldet 13 Uhr 30 NNW, 19 Uhr 30 WSW); am 20. war der Wind wechselnd, und um 8 Uhr morgens trat vorübergehend ein leichter Regen ein.

Temperaturen. Lufttemperatur. 100 cm und 10 cm über dem Boden: Die Temperaturen verteilen sich an diesem Tage sehr eigentümlich. Infolge des Mangels an Strahlung und der Wirkung des kühlen Windes findet tagsüber kein richtiger Temperaturanstieg statt. Die Temperaturkurven sind benachbart, verlaufen unregelmäßig und über-

schneiden sich häufig. Im Walde ist es nicht nur nachts, sondern auch am Tage sozusagen gleich warm oder noch wärmer als an den übrigen Stationen. Doch fallen am Abend die Temperaturen der Feldstationen, besonders in 10 cm über dem Boden, rascher ab als die der übrigen Stationen und erreichen zwischen 20 und 21 Uhr ein relativ tiefes Minimum von 5° (äußeres Feld) oder 4,5° (waldnahes Feld), von dem sie bis um 22 Uhr wieder um 1 bis 3° ansteigen. Den gleichen raschen Abfall und Wiederanstieg am späten Abend beobachteten wir auch am 29. März. Am frühen Morgen nähern sich die Lufttemperaturen aller Stationen bis auf 1° oder sogar 0,5° bei Ausschluß der um 0,5° wärmeren Waldstation. Im Laufe des Vormittages erfolgt eine etwas kräftigere und gleichmäßigere Aufwärmung als am Vortage, wobei die Temperatur 10 cm über dem Boden um etwa 1° über derjenigen in 100 cm Bodenhöhe steht (Maximum der Temperatur 14 bis 16°, Minimum 5 bis 9°).

Bodentemperatur. 2 cm und 10 cm Bodentiefe: Die Temperaturen sind an beiden Meßpunkten sehr ausgeglichen. Am wärmsten ist stets der Waldrand, am kühlsten der Wald. Die beiden Feldstationen halten mittlere Werte ein. Nur am späten Abend (Messungen von 20 bis 22 Uhr) liegt die äußere Feldstation in 2 cm Bodentiefe unter dem Werte des Waldes. Am ersten Beobachtungstag liegen die Temperaturen in 2 cm Bodentiefe tagsüber im Niveau der Freilufttemperaturen; nur die des Waldrandes sind um etwa 1° höher. In der Nacht dagegen ist die Temperatur aller Stationen in 2 cm Bodentiefe um 1° (Wald) bis 4° höher als die Freiluftwerte. Am Vormittag des 20. April steigen die Freilufttemperaturen etwas über diejenigen in 2 cm Bodentiefe, am deutlichsten die der waldnahen Feldstation (um 12 Uhr = 2 bis 3°). Die Kurven in 10 cm Bodentiefe liegen tagsüber am niedrigsten, nachtsüber am höchsten (Schwankung nur etwa 1,5 bis 2°; alle Werte zwischen 10 bis 13,5°).

Die relative Luftfeuchtigkeit. Die relative Luftfeuchtigkeit zeigt tagsüber mittlere Werte (um 70%) und steigt am Abend rasch auf 90 bis 100% an, am Waldrand und bei der äußeren Feldstation etwas steiler als im Walde und bei der innern Feldstation. Bis morgens 7 Uhr behält sie unverändert die hohe Lage bei und fällt dann bis zum Mittag dauernd ab auf Werte von 55 bis 65%. Die relative Luftfeuchtigkeit ist nachts über dem freien Feld bei der äußeren Feldstation am höchsten und bei der innern Feldstation am tiefsten (etwa 100% gegen 90%), während Wald und Waldrand ungefähr in gleicher Höhe in der Mitte stehen. Im

Wald wird es in den letzten Vormittagsstunden des zweiten Beobachtungstages etwas feuchter als in den übrigen Stationen. Sonst zeigt er immer mittlere Werte.

Verdunstungskraft der Luft. Die Verdunstungsmengen sind gering. Sie erreichen am ersten Beobachtungstag von Mittag bis gegen Abend und wieder am zweiten Tag von 11 Uhr an ungefähr 0,5 bis 0,8 cm^3/Stde. In der Zwischenzeit sind sie ganz unbedeutend. Die Verdunstungswerte der Stationen stehen sich nahe; doch liegt am Nachmittag des 19. April im allgemeinen der Wald am höchsten, die innere Feldstation am tiefsten und am Vormittag des 20. April die äußere Feldstation am höchsten.

9./10. Mai 1944

Die Verteilung von Temperatur, Feuchtigkeit und Wind sollte noch in einem Gebiet näher untersucht werden, das den Nordwinden frei zugänglich war. Wir fanden es am Hang zwischen dem Bahnhof Muttenz und Schweizerhalle, wo der Wald gerodet ist. Das Gelände fällt von der Terrasse des Bahnhofs zur Terrasse des Rheins ziemlich steil ab, und die Terrassenkante ist stellenweise freigelegt. Hier legten wir vier Stationen an, zwei windoffene (Terrassenkante und dahinter auf dem Bahnhofareal in der Nähe eines Güterschuppens) und zwei gegen den freien Durchzug des Nordwindes geschützte (am Südwestrande des Waldes und vom Walde entfernt auf freiem Felde).

Am 9. Mai war das Wetter sonnig und klar bei anhaltenden Winden aus Nordost, die besonders nach Sonnenuntergang (19 Uhr 45) noch zunahmen. Am 10. war der Himmel den ganzen Vormittag bedeckt, in den ersten Stunden, bis 10 Uhr noch mit etwas Sonne. Um 12 Uhr fiel ein leichter Regen. Ausgeführt wurden die Messungen am ersten Tage von 16 bis 22 Uhr (die Verdunstung nur von 17 Uhr an), am zweiten Tage von 5 bis 16 Uhr. Die Ergebnisse der Messungen siehe Abbildung 3.

Temperaturen. Lufttemperatur. 100 cm und 10 cm über dem Boden: Bei Strahlungswetter am 9. Mai, spät nachmittags und in der folgenden Nacht liegen die verschiedenen Kurven nahe beisammen, vor allem in 100 cm Höhe über dem Boden. Am wärmsten ist es nachmittags und in der späten Nacht am Waldrande, am kühlsten sowohl am Nachmittag als auch in der Nacht an der Geländekante und teilweise im freien Feld. Am 10. wärmt die bodennahe Luftschicht wesentlich stärker auf als die Schicht in 100 cm Höhe, wobei die Geländekante am höchsten steht, aber am Nachmittag von der Station im freien Feld überflügelt

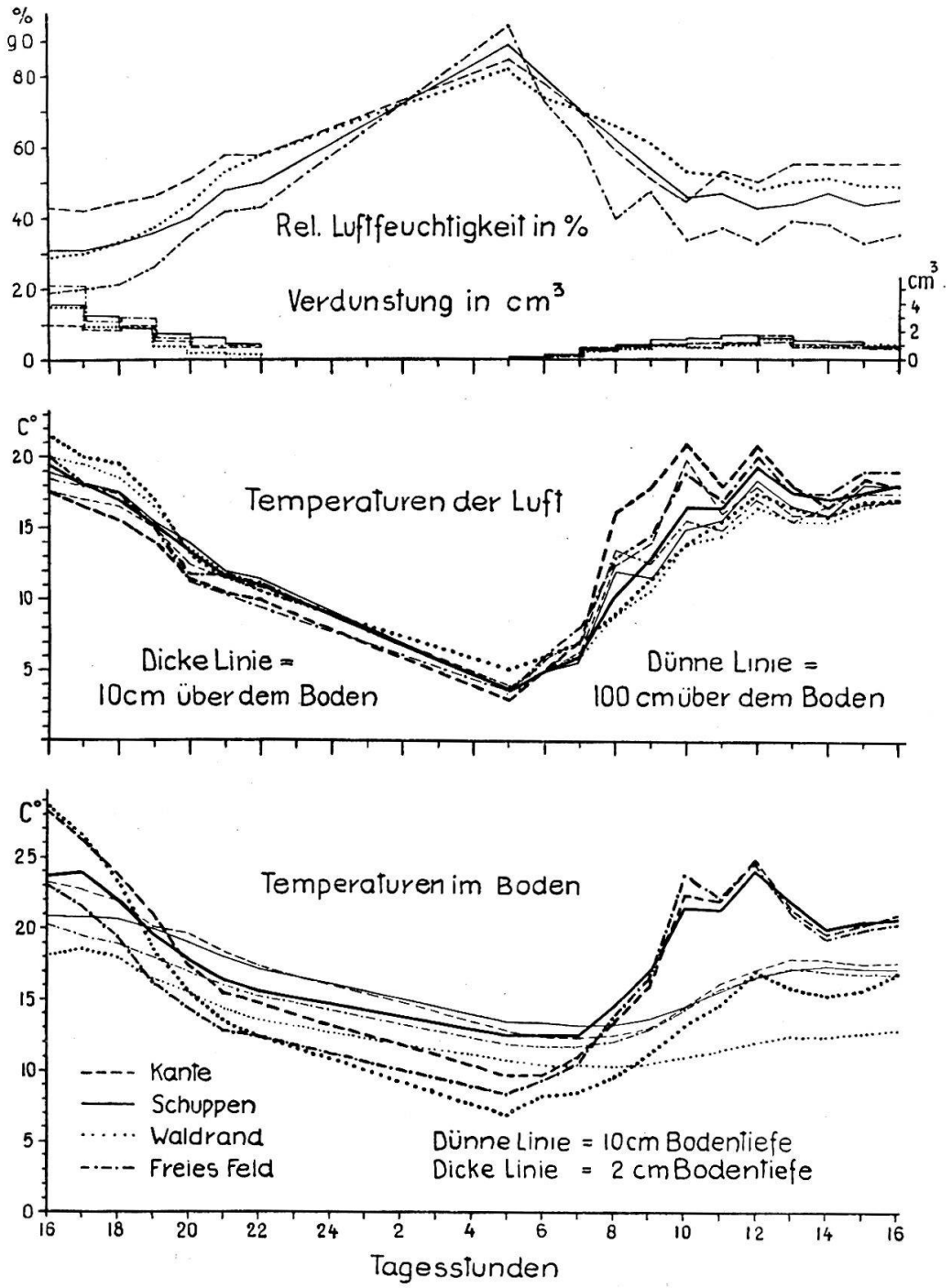

Abb. 3. Graphische Darstellung der Ergebnisse der Beobachtungen vom 9./10. Mai 1944.

wird. Ausgesprochen am tiefsten steht im scharfen Gegensatz zum Vortage die Waldrandstation, besonders in 10 cm über dem Boden (Nachlassen des Windes, wodurch die übrigen Stationen begünstigt werden?).

Bodentemperatur. 2 cm Bodentiefe: Hier wurden tagsüber und nachtsüber die höchsten Temperaturen gemessen, am Tag und in der Nacht mit Differenzen bis zu 9° gegenüber den Lufttemperaturen. Die einzelnen Stationen verhalten sich aber verschieden. Die Schuppenstation lieferte die kleinsten Schwankungen (von 12,5 bis 24,5°), vor allem wegen des hohen Nachtwertes, die Waldrandstation die größten (7 bis 28,5°), wobei sie, wie an der freien Luft, am ersten Tag die höchsten, am zweiten Tag die ausgesprochen niedrigsten Werte ergab. Die dem Winde besonders ausgesetzte Geländekante ergibt stets hohe, wiederholt auch die höchsten Temperaturwerte. Das waldferne Feld ergibt am ersten Tag die niedrigsten, am zweiten Tag hohe, vereinzelt sogar die höchsten Temperaturen. Die nächtliche Abkühlung macht sich in der Beobachtungszeit gerade an den Stationen, die im Windschatten gelegen sind (Waldrand, Feld) besonders stark bemerkbar. Der Unterschied in der nächtlichen Minimaltemperatur zwischen Waldrand und Kante beträgt 2,5°, zwischen Waldrand und Schuppenstation 5°. Die Abkühlung im Boden verhält sich also wesentlich anders als zur gleichen Zeit in den Luftschichten, wo alle Werte dicht beisammenliegen. Das Verhalten des Waldrandes ist besonders auffallend, da er 10 cm über dem Boden von allen Stationen die höchste, 2 cm im Boden dagegen die niedrigste nächtliche Minimaltemperatur aufweist.

10 cm Bodentiefe: In 10 cm Bodentiefe sind die Kurven auch hier ausgesprochen am ausgeglichensten, mit Schwankungen der einzelnen Stationen von etwa 8 bis 11° zwischen Tag und Nacht. Die Nachtwerte sind bedeutend höher als in der Luft und sogar 1 bis 4° höher als in 2 cm Bodentiefe. Während der ganzen Beobachtungszeit ergibt die Station Waldrand die tiefsten Temperaturen. Sie liegen jeweilen 1 bis 5° unter der nächsttiefen Station. Dann folgt am ersten Tag und in der Nacht die Station Feld, während am ersten Tag die Station Geländekante am höchsten steht, in der Nacht die Schuppenstation. Am zweiten Tag nähern sich die drei letztgenannten Stationen bis auf weniger als 1°.

Relative Luftfeuchtigkeit. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt von den mittleren bis kleinen Werten des Nachmittages (20 bis 42%) zu einem steilen Gipfel am frühen Morgen an und fällt von 5 bis 8 Uhr wieder zu den mittleren Tageswerten ab. Am Spätnachmittag des ersten Tages und von 11 Uhr des zweiten Tages an ist es an der Kante der Terrasse am feuchtesten, am trockensten hinter dem Wald über dem freien

Feld. Station Waldrand und Schuppen ergeben mittlere Werte. Die Spätnachmittagswerte des 9. zeigen in freiem Feld von 16 bis 18 Uhr eine bemerkenswert niedrige relative Luftfeuchtigkeit, die dann in der Nacht zu den Höchstwerten von 94% übergeht. In den frühen Vormittagsstunden des 10. zeigt die Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit charakteristische Wechsel: Um 5 Uhr, vor Sonnenaufgang, ist es über dem freien Felde am feuchtesten und am Waldrand am trockensten. Dann bekommen nacheinander die Station Schuppen, Waldrand und Kante die Höchstwerte.

Verdunstungskraft der Luft. Die Verdunstung erreicht ähnliche Beträge wie am Beobachtungstag im Juli 1943. Besonders groß ist sie über freiem Feld am Nachmittag des 9. mit über 5 cm^3 in der Stunde, wo ihr auch eine außerordentlich geringe relative Luftfeuchtigkeit entspricht. Die Verdunstung bleibt an diesem Abend bis 22 Uhr relativ hoch. Zwischen den windoffenen und den im Windschatten gelegenen Stationen kann kein prinzipieller Unterschied festgestellt werden. Im allgemeinen ist die Verdunstung am Waldrand am kleinsten, im freien Feld oder beim Schuppen am größten; doch kommen häufige Überschneidungen vor.

Messung der Windstärke.

Die Messung der Windstärke wurde an unseren lokalklimatischen Beobachtungsstationen mit vier Anemometern ausgeführt, von denen uns zwei als „neu" zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellt wurden. Leider zeigte sich bei der Nachprüfung nach beendigten Messungen das eine dieser Instrumente als unbrauchbar, das andere als unzuverlässig. So können wir unsere Windmessung nicht in der erwarteten Weise auswerten. Wir verzichten deshalb auf zahlenmäßige Belege, bringen aber doch einige mehr generelle Angaben.

Sehr deutlich tritt der starke Einfluß des Waldes auf die Windstärke der Umgebung in Erscheinung. Die nahe dem südwestlichen Waldrand, 20 m im Waldinneren gelegene Waldstation blieb zwar bei Nordwind sehr ruhig, wies jedoch bei Westwind eine beträchtliche Luftbewegung auf. Doch war die Windstärke über dem vor dem Walde liegenden freien Feld auch bei Westwind meist mehr als doppelt so groß, ja sogar mehr als fünfmal so groß wie bei der Waldstation.

Zur Beurteilung des Einflusses des Waldes auf die Windstärke seiner Umgebung sind die Messungen vom 9./10. Mai 1944 sehr wertvoll. Sie

ergeben wenigstens für diesen einen Meßtag, daß der Wald im freien Feld noch 100 m vom Waldrand entfernt einen hemmenden Einfluß auf die Windstärke ausübt. Bei Nordwind übertrifft die Windgeschwindigkeit an der ganz frei ausgesetzten Station 1 beim Güterschuppen diejenige am etwas geschützten Waldrande um das Zehnfache oder mehr. Ein so starker Unterschied zwischen Waldrand und offenem Feld wurde bei der Stationenreihe im Hofacker, die den Nordostwind über den Wald empfangen, nie gemessen. Ferner blieben bei der gleichen Messung vom 9./10. Mai 1944 die Werte über dem freien Felde im Windschatten des Waldes um mehr als die Hälfte niedriger als da, wo der Wind frei vom Rhein hereinströmen kann. Bei Westwind allerdings, der an beiden Meßprofilen beim Hofacker und im Raume Muttenz–Schweizerhalle ungehindert zukommt, sind die Verhältnisse wiederum anders. Gerade in diesem Zusammenhange ist es interessant, die Messungen vom 19./20. Oktober 1943 und vom 29./30. März 1944 miteinander zu vergleichen. Bei Westwind am 29./30. März 1944 beobachteten wir bei der Mehrzahl der Ablesungen eine bedeutende Abnahme der Windgeschwindigkeit von 100 m Waldferne bis zum Waldrand, dagegen überhaupt keine vom Waldrand bis in das Waldinnere. Allerdings war der Wald in dieser Zeit noch kahl; aber die gleichen Verhältnisse konnten wir auch am 19./20. April 1944 bei stark fortgeschrittener Belaubung beobachten, wobei noch die merkwürdige Erscheinung hinzukommt, daß die Windgeschwindigkeit im Walde eher etwas stärker ist als am Waldrand. Umgekehrt beobachten wir bei Ost- und Nordostwind am 19./20. Oktober 1943 fast durchwegs eine bedeutende Zunahme der Windstärke vom Waldinnern bis zum Waldrand und nur eine viel kleinere bis in 100 m Entfernung. Die Windmessungen veranschaulichen also ebenfalls die ausgleichenden Wirkungen des Waldes auf das Lokalklima der Umgebung.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Im Zusammenhang mit einem Flughafenprojekt, dem der Hardwald bei Muttenz (Basel) zum Opfer gefallen wäre, wurden in den Jahren 1943 und 1944 lokalklimatische Messungen durchgeführt, mit dem Ziel, die Beeinflussung der Temperatur in der freien Luft (Beobachtungsstelle vor direkter Sonnenstrahlung geschützt) und im Boden, der relativen Luftfeuchtigkeit, der Verdunstungskraft der Luft und der Windstärke durch den benachbarten Wald näher zu untersuchen. In Muttenz

war besonders befürchtet worden, der Nordwind möchte sich nach der Entfernung des Hardwaldes ungünstig auf die Vegetation der südlich des Waldes liegenden Gebiete auswirken und die Frostgefahr erhöhen.

Zur Durchführung dieser Untersuchung wurden auf der Südseite des Hardwaldes vier Beobachtungsstationen errichtet, eine im Waldinnern, etwa 20 m vom Waldrand entfernt, eine zweite am Waldrand, und je eine in 35 m und 100 m Entfernung vom Waldrande im freien Feld. Die Beobachtungen erfolgten an einer Reihe von Tagen, die über das ganze Jahr verteilt wurden, bei möglichster Auswahl von Tagen mit nördlicher Windrichtung und im Frühling und Herbst von Tagen mit

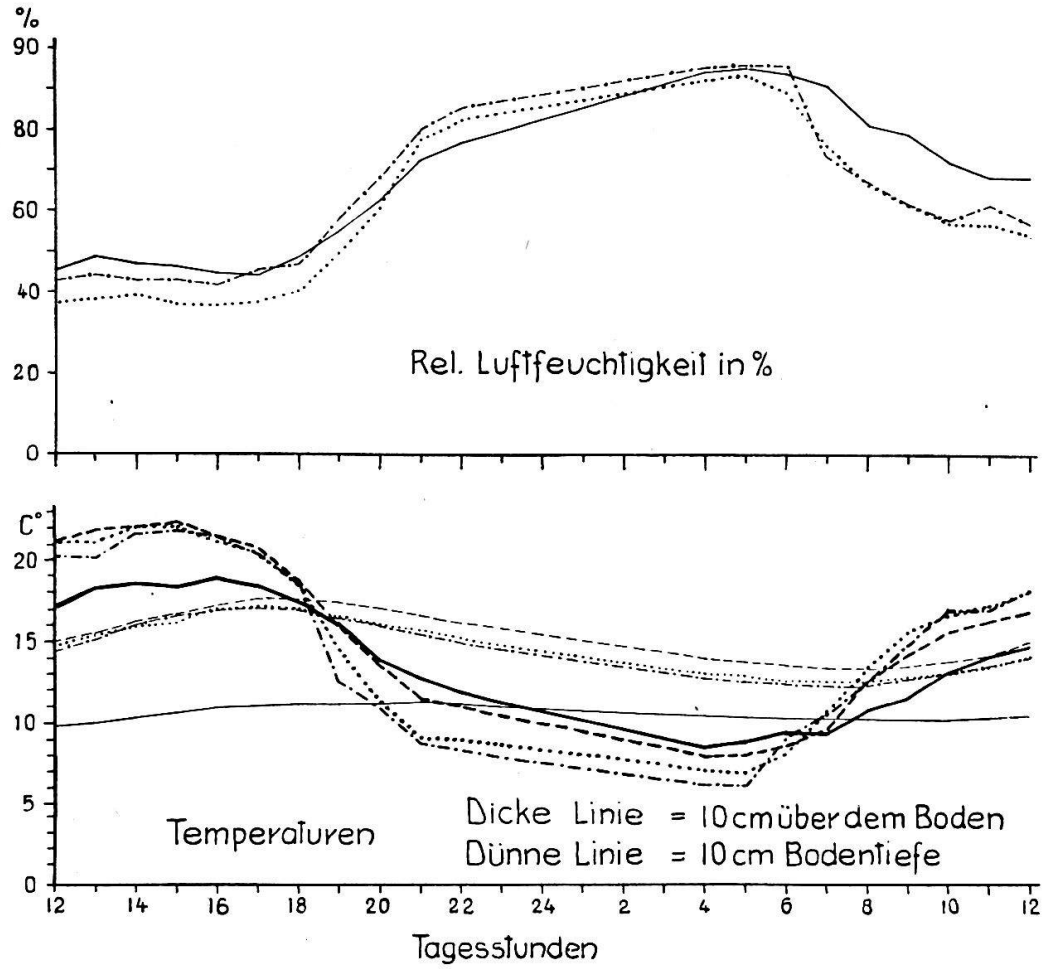

Abb. 4. Graphische Darstellung der Mittel aller Beobachtungstage aus der Vegetationszeit. Bei der Temperatur wurden für alle vier Stationen die Meßstellen ausgewählt, welche die größten Gegensätzlichkeiten ergeben (10 cm über dem Boden und 10 cm unter dem Boden). Bei der relativen Luftfeuchtigkeit haben wir die Station Waldrand weggelassen, da dort eine Tageskurve nicht einwandfrei ist. Für die Verdunstung und für die Zeichen verweisen wir auf Abbildung 1.

Spät- oder Frühfrösten. Die Ablesung der Instrumente fand in stündlichen Intervallen statt, in der Regel von Mittag bis in den späten Abend und vom frühen Morgen bis zum Mittag.

Die Auswahl der günstigen Tage erwies sich als recht schwierig, und die Untersuchungen mußten abgebrochen werden, bevor sie ganz befriedigen konnten. Immerhin ergaben sich charakteristische Resultate. Diese können besonders gut aus den Abbildungen ersehen werden. In Abbildung 4 haben wir Mittelwerte aus allen in die Vegetationszeit fallenden Beobachtungstagen zusammengestellt, die zwar infolge der geringen Zahl der Tage nicht ganz ausgeglichene Kurven ergaben.

Die Temperaturkurven zeigen in normaler Weise tagsüber während des hohen Sonnenstandes bei hellem Wetter eine kräftige und bei bedecktem Wetter eine stark abgeschwächte Aufwölbung, bei niedrigem Sonnenstand einen sehr gleichmäßigen Verlauf, mit Differenzen von wenigen Graden innerhalb 24 Stunden (vgl. Abb. 1 und 2). Von der freien Luft in den Boden hinein nimmt die Tagestemperatur ab, die täglichen Maxima und Minima treten verspätet auf, und die Schwankungen zwischen Tag und Nacht werden geringer, da die Temperaturen des Bodens tagsüber tiefer liegen als in der freien Luft, nachtsüber höher. Während des Winters gleichen sich diese Unterschiede annähernd aus.

Zwischen den einzelnen Stationen treten während der Vegetationsperiode wesentliche Unterschiede auf: die Waldstation ist tagsüber in der freien Luft am kühlsten, über Nacht am wärmsten. Im Boden dagegen ist die Temperatur der Waldstation immer am niedrigsten. Zwischen den übrigen Stationen ist die Lufttemperatur tagsüber nicht wesentlich verschieden, im allgemeinen am Waldrand am höchsten und auf dem freien, waldfernen Feld am tiefsten, aber nur mit unbedeutenden und schwankenden Unterschieden. In der Nacht dagegen zeigt sich eine deutliche Scheidung, indem der Waldrand um 1 bis 2° wärmer ist als das freie Feld und hier wiederum die waldferne Station etwas kühler als die waldnahe. Im Boden überschneiden sich die Temperaturenkurven nicht. In 2 cm Bodentiefe laufen sie ziemlich entfernt voneinander. Der Waldrand ist immer am wärmsten, tagsüber in 2 cm Bodentiefe etwa 5° wärmer als die nächststehende Station (vgl. Abb. 1). Das waldferne Feld ist etwas wärmer als das waldnahe Feld. Die Differenz kann tagsüber 2 bis 3° betragen. In 10 cm Bodentiefe bleiben die Kurven in der gleichen Reihenfolge, rücken aber nahe zusammen. Nur die Waldkurve steht tagsüber viel tiefer, da sie beinahe horizontal

verläuft. Zur Zeit der stärksten Aufwärmung kann der Waldboden in 2 cm Tiefe 15 bis 18° kühler sein als das ihm in der Temperatur am nächsten stehende Feld und bis 23° kälter als der Waldrand. In 10 cm Bodentiefe sind die Unterschiede kleiner, aber immer noch beträchtlich. Diese Unterschiede ergeben sich nicht nur an Strahlungstagen, wie einer in Abbildung 1 dargestellt ist, sondern bleiben auch im Mittelwert aller während der Vegetationszeit beobachteten Tage (Abb. 4). Der Wald besitzt also, verglichen mit dem freien Feld, ein ausgeglichen kühles Lokalklima. Der Waldrand ist begünstigt durch starke Aufwärmung während des Tages und mäßige Abkühlung in der Nacht, und das freie Feld verbindet etwas schwächere Aufwärmung, besonders im Boden, mit der stärksten nächtlichen Abkühlung.

Die relative Luftfeuchtigkeit macht tägliche Schwankungen durch, die gegensätzlich zu den Temperaturschwankungen sind, was unsere Kurven sehr deutlich zur Anschauung bringen. Tagsüber wurden im Sommer wiederholt außerordentlich niedrige Werte der Luftfeuchtigkeit gemessen (bis etwa 20%), denen nachts regelmäßig eine völlige oder doch annähernde Wasserdampfsättigung der Luft folgte. Im Winter dagegen war die Luftfeuchtigkeit an den Beobachtungstagen immer gleichmäßig hoch und fiel tagsüber nur wenig unter den Sättigungsgrad.

Unter den verschiedenen Stationen hat der Wald die gleichmäßigste Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit (vgl. Abb. 2 und 4): tagsüber ist er am feuchtesten, in der Nacht eher etwas weniger feucht als das waldfreie Gebiet, und hier nehmen die Extreme wiederum mit der Entfernung vom Waldrande in das offene Feld hinaus zu.

Die Wasserverdunstung geht im wesentlichen der Temperatur parallel und ist reziprok zur relativen Luftfeuchtigkeit. Sie ist im Sommer tagsüber von beträchtlichem Ausmaß und fällt mit der zunehmenden Luftfeuchtigkeit bis zum Nullpunkt, wenn die Taubildung einsetzt (vgl. Abb. 1). Im Winter ist sie stets gering. Die einzelnen Stationen ordnen sich so an, daß der Wald die geringste Verdunstung aufweist, das waldferne Feld die größte. Das ist besonders an sonnigen und etwas windigen Tagen ausgeprägt. Waldnahes Feld und Waldrand sind nicht sehr verschieden, doch dürfte die Verdunstung im allgemeinen bis zum Waldrand hin abnehmen. Die größere Verdunstung des offenen Feldes ist in erster Linie als Folge der stärkeren Windwirkung zu werten. Über Nacht kann es vorkommen, daß die absolut genommen

sehr geringe Verdunstung ihren Höchstwert unter den Beobachtungsstationen im Wald erreicht, ohne Zweifel als Folge der etwas kleineren Luftfeuchtigkeit.

Die wenigen brauchbaren Windmessungen zeigen, daß die Wirkung eines Windes, der über den Wald herkommt, vom Waldrande bis in 100 m Entfernung hin, und wahrscheinlich noch darüber hinaus, zunimmt, daß also in unserm Falle der Hardwald einen guten und weithinreichenden Schutz gegen den Nordwind bietet. Auch ein Wind, der gegen den Wald hinweht, also in unserem Falle der Südwestwind, verliert gegen den Waldrand hin an Geschwindigkeit, dringt aber, wenn der Wald offen ist, auch bei belaubten Bäumen noch beträchtlich in das Waldinnere hinein, so daß er zeitweise 20 m im Inneren des Waldes noch ungefähr ebenso stark weht, wie am Waldrand.

Diese in dem homogenen Stationenprofil erhaltenen Ergebnisse wurden überprüft an einem komplizierter aufgebauten Profil, das den geschützten Waldrand und das davorliegende Feld verband mit einem freien Durchlaß des Nordwindes durch eine in den Wald geschnittene breite Schneise. Hier zeigt sich, daß in solchen Fällen die Situation viel verwickelter liegt (vgl. Abb. 3). Je nach der Himmelsbedeckung, Windrichtung und Windstärke gruppieren sich die Stationen recht verschieden. Die Waldrandstation kann an einem Tag am wärmsten und am folgenden Tag am kühlsten sein, die der Windwirkung am stärksten ausgesetzte Geländekante an einem Tag mit Nordwind am kühlsten, und am folgenden Tag mit westlicher Windströmung, gegen die sie geschützt ist, am wärmsten. Das „freie Feld" schwankt in den Temperaturen von mittleren Werten zu den tiefsten (abends) und zu den höchsten (zeitweilig am Vormittag und Mittag), während es in der Luftfeuchtigkeit sehr schön mit unserem Normalprofil übereinstimmt.

Als Ganzes betrachtet, zeigt unsere Untersuchung, daß der Wald bis auf beträchtliche Entfernung hin Windschutz bietet, die Austrocknung, die als Folge des stärkeren Windes eintritt, hemmt, und auf seiner Südseite die Temperatur des freien Feldes wesentlich in ausgleichender Weise durch Verkleinerung der nächtlichen Minima beeinflußt.