

4336

Entwurf eines Programmes für forstlich-meteorologische Beobachtungen in Oesterreich.

Von

Dr. J. R. Lorenz Ritter von Liburnau,

k. k. Ministerialrath.

Seit einem Jahre haben Land- und Forstwirthe, insbesondere aber die Letzteren, in Deutschland und Oesterreich mit grösserer Entschiedenheit als bisher ihre Aufmerksamkeit den klimatologischen Fragen und Forschungen zugewendet.

Auf dem internationalen statistischen Congresse zu Budapest im September vorigen Jahres bildete die „*Météorologie agricole*“ einen der eingehendst behandelten Punkte; gleichzeitig war die Frage des klimatischen Einflusses der Wälder auf der Tagesordnung des Congresses der deutschen Forstwirthe in Eisenach. Der österreichische Forst-Congress, welcher im Frühjahr 1877 in Wien tagte, beschäftigte sich mit der forstklimatischen Frage länger und eingehender als mit jedem anderen Programmpunkte, und selbst jene Forstwirthe, welche für die weitestgehende Schonung der Wälder unter Hinweis auf deren klimatische Bedeutung eintraten, betonten doch die Nothwendigkeit weiterer exacter Forschungen über diesen Gegenstand.

Der internationale Meteorologen-Congress, welcher im kommenden September zu Rom tagen soll, hat auf Veranlassung des Verfassers auf seinem Programm auch die Frage: „Wie kann der Congress die Entwicklung der land- und forstwirthschaftlichen Meteorologie fördern?“

Es liegt daher sehr nahe, dass das forstliche Versuchswesen Oesterreichs durch ein System meteorologischer oder klimatologischer Beobachtungen ergänzt werde.

Aufgefordert von Sr. Excellenz dem Herrn Ackerbauminister,¹⁾ ein Programm für ein solches Beobachtungssystem zu entwerfen, gebe ich nun hier in Kurzem meine Auffassung dieses Gegenstandes und bezeichne die Einrichtungen, deren Nothwendigkeit ich aus jener Auffassung folgern zu müssen glaube.

Vor Allem erscheint eine genauere Begrenzung der Aufgaben erforderlich.

¹⁾ Herr Ministerialrath Dr. Lorenz Ritter von Liburnau wurde seither im Sinne des §. 5 des Statutes für das forstliche Versuchswesen in Oesterreich vom Ackerbauministerium mit der wissenschaftlichen Leitung des meteorologischen Versuchszweiges betraut.

Da muss denn zunächst betont werden, dass man der Meteorologie nicht Dinge zumuthen solle, die ausserhalb ihrer Competenz liegen. Nicht selten geschieht es, wenn man im Kreise von Praktikern von der Nothwendigkeit eingehenderer Studien über Wald und Klima spricht, dass erwidert wird: „Was wollen Sie da erst noch studiren? Sehen Sie sich die Torrenti und ihre Schuttbetten in Südtirol an — diese sind Beweis genug, dass der Wald den grössten Einfluss auf die Wohlfahrt des Landes hat“. Das sei unbestritten! — aber es muss nur bemerkt werden, dass hiemit das Klima nichts zu schaffen hat und dass die wichtige Frage von der Wasserabfuhr und vom Verhalten des Bodens zu derselben, worauf es bei den Torrenti ankommt, Sache der Bodenkunde und der Hydrologie ist. Aehnliche Verwechslungen kommen vor bezüglich des Quellenreichthums, der Bodenverschlechterung u. s. w. — lauter hochwichtige, aber nicht klimatologische Fragen. Theilen wir also die Arbeit, damit sie besser ausfalle, und bleiben wir hier bei der Meteorologie! Auch innerhalb dieses Wissensgebietes unterscheidet man wieder mehrere Capitel, welche den Bodenproducenten interessiren und eifrig verfolgt zu werden verdienen; der Verfasser glaubt einen Beitrag zur Uebersicht dieser verschiedenen agrar-meteorologischen Fragen in seiner Brochure: „Die Bedeutung und Vertretung der land- und forstwirtschaftlichen Meteorologie, Wien 1877“ geliefert zu haben und möchte, um Wiederholungen zu vermeiden, hier nur kurz darauf verweisen. Der Leser wird daraus ersehen, dass selbst dasjenige, was den Bodenproducenten, oder sagen wir hier nur den Forstmann, aus dem ganzen meteorologischen Gebiete interessiren muss, noch zu umfassend ist, um mit einem einzigen Beobachtungssystem erledigt zu werden. Die ganze grosse Gruppe von Fragen, welche in der Hauptfrage gipfeln: „wie sich das Klima zum Wachsthum jeder einzelnen Baumgattung in den verschiedenen Altersstufen, dann zur Nutzbarkeit des erwachsenen Holzes verhalte,“ hat einen durchaus andern Charakter als die Frage nach dem „Klima des Waldes im Vergleiche zu jenem des Freilandes“ und diese ist wieder eine andere als diejenige von der „Wechselbeziehung zwischen Wald und Freiland“. Hier soll nur von den beiden letzteren Fragegruppen gehandelt werden, und zwar rührt diese Beschränkung nicht von Geringschätzung anderer Fragen, sondern im Gegentheil von höchster Werthschätzung derselben her, indem sie mir viel zu wichtig erscheinen, um nicht durch eigene Spezialisten behandelt zu werden.

Nur unter dieser beschränkenden Voraussetzung gehe ich nun an die Darlegung meines Programmes.

1. Sonderung und Wahl der Aufgaben.

Wenn ein System von Beobachtungen über die Beziehungen zwischen Wald und Klima nicht überflüssige oder doch weniger zeitgemässe Einrichtungen umfassen, oder nur nochmals schon anderwärts angestellte Beobachtungsreihen wiederholen soll, ist es nothwendig, jene Fragen, welche bereits ganz oder theilweise gelöst sind, von den noch ungelösten zu sondern.

Mit hinreichender Genauigkeit sind für die Verhältnisse des westlichen Mitteleuropa, als dessen östlichster Rand allenfalls der Wienerwald betrachtet werden kann, fast alle jene Fragen, welche sich auf das Klima im Walde beziehen, behandelt worden; es gehören hieher die Fragen über die Temperatur des Waldbodens, der Bäume (wenigstens nach Jahreszeiten), der Luft im Walde bis innerhalb der Kronen, dann über die relative Luftfeuchtigkeit und die Verdampfung im Walde, über die Niederschlagsmenge, welche auf den Boden des Waldes gelangt und über jene Wassermenge, welche als Antheil der atmosphärischen Niederschläge in den Boden des Waldes bis zu verschiedenen Tiefen eindringt.

Insbesondere die Arbeiten von Ebermayer haben, obgleich die bisher veröffentlichten Resultate nur auf Beobachtungen von einem oder von wenigen Jahren beruhen, über diese Fragen so viel Licht verbreitet, und die gegenwärtig bestehenden forstlich-meteorologischen Stationen des Deutschen Reiches fahren der Hauptsache nach in diesem Beobachtungssysteme fort,¹⁾ so dass die Verfolgung derselben Fragen auch noch von anderer Seite wenigstens nicht mehr zu den dringlichsten Aufgaben der Forschung gehört. Es ist zwar selbstverständlich, dass man bei der Wiederholung solcher Beobachtungen und bei ihrer Ausdehnung auf eine längere Reihe von Jahren etwas andere Ziffern finden wird, als die kurzjährigen von Ebermayer; aber es ist nicht anzunehmen, dass sich wesentlich andere Gesetze aus den Resultaten weiterer Beobachtungen innerhalb des westlichen Mitteleuropa ergeben werden.

Ein forstlich-meteorologisches Beobachtungssystem in Oesterreich kann daher nicht in erster Linie die Wiederholung der Ebermayer'schen oder ähnlicher in Deutschland angelegter Beobachtungsreihen zur Aufgabe haben; da es aber bei exacten Forschungen jedenfalls von Werth ist, eine grössere Menge von Controlbeobachtungen zu besitzen, so wird es immerhin nützlich sein, wenn wenigstens nebenher auch an passend gelegenen Stationen Oesterreichs Beobachtungen nach dem gleichen Systeme angestellt werden. Von grösserem Werthe insbesondere wäre die Ausdehnung solcher Beobachtungen auf die südlichen und südöstlichen Theile Oesterreichs, wo andere Bestandarten, auch solche mit immergrünen Laubbäumen, unter einem wesentlich anderen Klima vorkommen und daher voraussichtlich manche eigenthümliche Resultate zu Tage treten würden.

Weniger genügend oder nur theilweise sind die folgenden Fragen beantwortet:

Bis zu welchem Grade wird die Baumtemperatur durch nichtperiodische Einflüsse, z. B. durch die Temperatur des jeweilig gefallenen Regens, geändert?

Regnet es über dem Walde häufiger oder mehr als über dem Freilande und unter welchen Umständen? (z. B. rasche Wiederverdampfung aus den erwärmten Baumkronen bei abgekühlter Luft im Sommer).

Kann im Walde selbst Regen entstehen, etwa durch niedrigere Temperatur der Bäume im Frühling und Frühsommer, wenn stark wasserhältige Luftströmungen mit diesen Kältequellen in Berührung kommen?

Welche Wassermenge wird im Waldboden unter verschiedenen Umständen zurückgehalten und wann und wie wieder abgegeben?

Wenn an die Stelle des Waldes andere Culturen treten, wie verhält sich deren klimatische Wirkung in verschiedenen Stadien des Wachstums und in verschiedenen Jahreszeiten zu jener des Waldes?

Als noch ganz und gar fraglich muss beinahe Alles bezeichnet werden, was den Einfluss des Waldes auf das Klima seiner näheren und weiteren Umgebung zum Gegenstande hat; denn die meisten der bisherigen Beobachtungen konnten im besten Falle constatiren, wie sich die klimatischen Verhältnisse des Waldes selbst von denjenigen des freien Landes überhaupt unterscheiden, sehr wenig aber ist in exacter Weise über die ursächlichen Wechselbeziehungen zwischen dem Wald und dem Klima des näheren oder entfernteren Freilandes beobachtet und veröffentlicht worden. Da nun eine Wechselbeziehung zwischen Wald und dessen Umgebung nur durch Luftströmungen, die vom Walde herkommen

¹⁾ Vergl. Jahresbericht über die Beobachtungsergebnisse der im Königreiche Preussen und in den Reichsländern eingerichteten forstmeteorologischen Stationen. Von Dr. Müttrich. I. Jahrgang, 1875.

oder über demselben aufsteigen, vermittelt werden kann und ohne solche Vermittelung, wie Jedermann weiss, dicht am schattigsten feuchtesten Walde dürre trockenrissige Wege und Felder tagelang, ja wochenlang verbleiben können, präcisirt sich die Aufgabe noch genauer dahin: dass die Luftschichten und Luftströmungen auf ihre Rolle als Träger der Wechselwirkung zwischen Wald und Freiland genauer untersucht werden müssen.

Zur Beantwortung dieser ebenso strittigen als wichtigen Frage, welche sich in eine grosse Anzahl untergeordneter Probleme theilt, gibt es hauptsächlich zweierlei Methoden, welche nebeneinander zur Anwendung kommen müssen:

Erstens: die statistische Methode, welche aus einer möglichst grossen Anzahl von Beobachtungsdaten passend gelegener Stationen in derselben Weise, wie dies in der Klimatologie überhaupt üblich ist, constatiren würde, ob und wieferne thatsächlich solche Stationen, die in gewissen Entfernungen von grösseren oder kleineren Waldcomplexen sich befinden, andere klimatische Werthe aufweisen als jene, welche unter sonst gleichen Umständen weit entfernt von jedem Waldcomplex liegen?

Zweitens: Die physikalisch-experimentelle Methode, welche zur Erforschung der Erklärungsgründe für die vermutheten oder auch bereits constatirten Wirkungen des Waldes auf das Klima seiner Umgebung bestimmte geeignete Fälle aufsucht oder herbeiführt, den Gang der Erscheinungen beobachtet, welche sich unter den so ausgewählten Verhältnissen zeigen, und aus den beobachteten Daten Schlüsse auf den ursächlichen Zusammenhang der hier wirkenden Kräfte und Erscheinungen zieht.

Keine der beiden Methoden kann für sich allein zu dem gewünschten Ziele führen; denn die statistische Methode gibt die Thatsachen ohne ausreichende Erklärung, die physikalisch-experimentelle Methode hingegen bedarf zur Ergänzung und Bekräftigung dessen, was sie gefunden zu haben glaubt, möglichst zahlreicher Bestätigungen an concreten Stationen.

Es soll nun hier in Kurzem angedeutet werden, in welcher Weise jede der beiden genannten Methoden bei uns zweckmässig in Anwendung zu kommen hätte.

2. Anwendung der statistischen Methode.

Die Aufgabe derselben bestände darin: die Temperaturs-, Feuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse an je mehreren Punkten, die in verschiedenen Entfernungen und nach verschiedenen Richtungen von grösseren oder kleineren Waldungen mit verschiedener Bestandesart gelegen sind, untereinander zu vergleichen, wobei in den Aufzeichnungen auch die jedesmalige Windrichtung und Windstärke (ob von dem Walde zur Station her wehend oder nicht?), dann auf die Einschaltung von einzelnen Regenmessern selbst noch zwischen den eigentlichen Stationspunkten Bedacht zu nehmen wäre.

Da in Oesterreich bereits an nahezu 300 Stationen seit längerer oder kürzerer Zeit Beobachtungen angestellt werden, liegt es am nächsten, die schon vorhandenen Stationen vom Standpunkte der hier vorliegenden Fragen aus zu beurtheilen, um jene herauszufinden, deren gegenseitige Lage den oben gestellten Anforderungen entspricht und deren bisherige Aufzeichnungen im Sinne unserer Fragen verwendet werden könnten. Von den vorhandenen Stationen waren im Jahre 1876 202 in directer Verbindung mit der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus und lieferten dorthin ihre Aufzeichnungen ab, welche in den Jahrbüchern der genannten Centralanstalt ihre Verwerthung finden. Andere Stationen sind auf Anregung der land- und forstwirthschaftlichen Gesellschaften und Vereine oder sonstiger

Corporationen in einigen Kronländern (wie insbesondere in Böhmen, Steiermark und der Bukowina) entstanden; ¹⁾ wieder andere sind vom Kriegsministerium, so bei Militärspitälern und an andern für die Kriegsverwaltung interessanten Punkten errichtet; noch andere sind von Eisenbahnverwaltungen an verschiedenen Bahnstationen in Gang gesetzt ²⁾ und endlich gibt es Stationen von Privaten, insbesondere von Grossgrundbesitzern, im letzteren Falle in Forsthäusern oder Maierhöfen, wovon man oft nur in engeren Kreisen Kenntniss hat.

Es wäre daher eine der wichtigsten Aufgaben, sich eine möglichst vollständige Uebersicht über alle diese Beobachtungsstationen und über die meteorologischen Elemente, welche daselbst beobachtet werden, dann über die Anzahl von Jahren, seit denen die Beobachtungen laufen und selbstverständlich auch über den Werth und die Verlässlichkeit der daselbst gewonnenen Aufzeichnungen zu verschaffen. Um zu ermessen, von welchen dieser Stationen die Daten für unsere speciellen Fragen verwerthet werden können, müsste zunächst eine Reihe von Orientirungsfragen beantwortet werden, welche auf dem geeigneten Wege an die Stationsbeobachter zu leiten wären.

Vorausgesetzt, dass die geographische Position und die Seehöhe der Stationen bekannt sei, was insbesondere von allen mit der k. k. meteorologischen Centralanstalt in Verbindung stehenden Stationen gilt, ³⁾ wären die zu beantwortenden Fragen hauptsächlich die folgenden:

1. Wie ist das Terrain gestaltet, auf welchem unmittelbar die Station selbst steht (Ebene, Hügel, Vertiefung u. s. w.)?

2. Wie verhält sich die Lage und Elevation des Stationsgebäudes und speciell des Aufstellungspunktes der Instrumente gegen andere Gebäude der Umgebung?

Ist ersteres freistehend oder nach einer oder nach beiden Seiten angebaut, liegen andere Gebäude etc. gegenüber, überhöht der Aufstellungspunkt andere gegenüberliegende Objecte oder ist er von ihnen überhöht?

3. Wie ist das Terrain der Umgebung, dessen Vegetationsdecke, Cultur und Besiedlung etwa bis 4 Kilometer im Radius, beschaffen, wobei insbesondere auf die Anwesenheit oder Abwesenheit von Wald, Wiesen, Feldern, oder anderseits von kahlen Flächen, dann von Wasser, Sümpfen u. s. w. Rücksicht zu nehmen und bei Wäldern, Wasserausbreitungen und Sümpfen auch die Natur derselben, ihre Grösse, bei Wäldern noch speciell die herrschende Holzart und das beiläufige Alter des gegenwärtigen Bestandes anzugeben ist.

Ein grosser Theil dieser Daten liesse sich zwar aus den Katastralmappen oder aus den sogenannten „Sectionsblättern der Militäraufnahme“ im Massstabe von 1:25'000 (früher 1:28'000)

¹⁾ So hat die hydrographische Commission des böhmischen Landesausschusses bei einer Jahresdotacion von 3000 fl. (aus Landesmitteln) nebst Pegelstationen auch Regenstationen errichtet (65 solche waren im Jahre 1876 thätig, noch ausser jenen der Central-Anstalt), deren Daten monatlich von der Gesellschaft der Wissenschaften in Prag vollinhaltlich publicirt werden. Der rührige Landescultur-Verein in der Bukowina hat eine stets im Wachsen begriffene Anzahl von meteorologischen Beobachtern gewonnen und veröffentlicht die Resultate im dortigen landw. Fachblatte; ähnlich ist es in Steiermark. Durch den Docenten der Standortslehre an der Hochschule für Bodencultur, Herrn Dr. Breitenlohner, wurde eine Anzahl von Forstorganen zu regelmässigen Beobachtungen angeregt, deren Aufzeichnungen im „Centralblatt für das gesammte Forstwesen“ fortlaufend publicirt werden.

²⁾ Insbesondere die Direction der Westbahn hat solche Stationen, die sämmtlich jeden Morgen an das Central-Bureau dieser Bahn nach Wien telegraphisch berichten müssen; es sind deren jetzt zusammen 90, an denen auch der Regen gemessen wird.

³⁾ Vergl. Jahrbuch der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus von Karl Jelinek und Ferdinand Osnaghi. Neue Folge, XI. B. Jahrgang 1874, wo sich auch eine Uebersichtskarte mit den geographischen Positionen aller Stationen befindet.

entnehmen und es wird dieses Hilfsmittel bei der schliesslichen Beurtheilung der Stationen auch in Anwendung zu kommen haben; da aber hie und da Culturänderungen in den Katastral-mappen nicht verzeichnet sind und überhaupt die lebendige Schilderung des mit der Gegend vertrauten Beobachters nicht völlig durch kartographische Darstellung ersetzt werden kann, muss immerhin auf der Beantwortung auch dieser Fragen bestanden werden.

4. Wie und nach welcher Weltgegend sind die Instrumente aufgestellt, seit welcher Zeit befinden sie sich in dieser Stellung und wie war eventuell ihre Stellung in früherer Zeit? Insbesondere aber: Welche Objecte, die auf das Verhalten der meteorologischen Elemente Einfluss nehmen können, befinden sich gegenüber den Instrumenten bis zur Entfernung von 4 Km.?

5. Welche Aenderungen sind innerhalb einer noch sicher bekannten Zeit mit den Waldungen, an den sonstigen Culturen von grösserer Ausdehnung, an den Wasserausbreitungen, Sümpfen oder Mooren der Umgebung (4 Km. im Radius) vorgenommen worden?

6. Welche Aenderungen in Beziehung auf Klima, Quellen, sonstige Gewässer oder betreffs der Vegetation werden als Folgen der unter 5 erwähnten Cultur-Aenderungen (wie z. B. Entwaldung, Aufforstung oder Wiederbewaldung) behauptet und welche Ansicht hat der Beobachter über solche Behauptungen gewonnen?

Das Studium der Antworten auf diese Fragen wird, in Verbindung mit einer allgemeinen Beurtheilung der verschiedenen Gebietstheile der Monarchie vom physikalisch-geographischen Standpunkt aus, jedenfalls dahin führen, dass man eine Anzahl bereits bestehender Stationen für besonders geeignet zu den in Rede stehenden Zwecken halten wird. Diese Stationen wären aber dann erst noch von einem vollständig informirten Fachmann persönlich aufzusuchen, um das Urtheil über die Rolle derselben für die beabsichtigten Untersuchungen festzustellen. Erst wenn dies geschehen, erscheint es angezeigt, die bereits vorliegenden Original-Aufzeichnungen solcher Stationen nach jenen Gesichtspunkten zu prüfen und zu verwerthen, welche hier massgebend sind und nach denen die Prüfung und Verwerthung bisher nicht erfolgt ist. An manchen der so ausgewählten Stationen wird zwar die Lage, nicht aber die Ausrüstung als zweckentsprechend gefunden werden, so dass man von den bisherigen Aufzeichnungen keinen Gebrauch machen kann, jedoch wünschen muss, einen solchen Gebrauch in Zukunft machen zu können. In solchen Fällen wäre die Ausrüstung entsprechend zu ergänzen und, wo es zweckmässig erscheint, eine kleinere oder grössere Anzahl von Vergleichungs- oder Zwischenstationen mit den schon vorhandenen in Verbindung zu bringen. So z. B. gibt es in der Bukowina am Rande grosser Waldcomplexe, gegenüber dem grösstentheils kahlen Dnjester-Plateau, von welchem häufig sehr trockene Nordost-Winde herüberkommen, bereits mehrere Stationen in Forsthäusern; wenn man nun in der Verlängerung der angedeuteten Windrichtung in mehreren Abständen waldeinwärts Hilfsstationen mit den entsprechenden Instrumenten anlegte, so wären solche Stationen besonders geeignet, zur Entscheidung der Frage beizutragen: ob ein trockener Wind durch oder über einen Wald weggehend an Wassergehalt zunimmt, und wie sich diese Zunahme bei verschiedenen Temperaturen, Bestandesarten, zu verschiedenen Jahreszeiten u. s. w. verhält.

Diese Ergänzung gewisser schon vorhandener Stationen in angemessenen Lagen wird jedoch voraussichtlich noch nicht genügen, um die hinreichende Anzahl und Abwechslung von Punkten für die erforderlichen genauen Daten zu gewinnen; es werden daher auch völlig neue Stationen zu errichten sein. Wo und wie dies zu geschehen habe, hängt offenbar ab einerseits von den Fragen, welche durch unser Beobachtungssystem zu lösen sind, andererseits von den localen Verhältnissen.

Die Fragen sind bereits kurz bezeichnet. Es folgt aus denselben, dass es sich hauptsächlich darum handelt, nebst solchen Stationen, die sich tief im Inneren grösserer und kleinerer Waldcomplexe befinden, auch andere Waldstationen näher dem Rande, dann Freiland-Stationen in verschiedenen Entfernungen von denselben Waldcomplexen zu etabliren und überdies für eine Gruppe von Stationen, die unter dem Einflusse reichlichen Waldes stehen, eine parallele Gruppe anderer Stationen zu bilden, welche bei übrigens gleichen Umständen, also besonders bei gleicher Höhenlage und Bodenbeschaffenheit, dem Einfluss von Wäldern möglichst weit entrückt sind. Da die Beziehungen zwischen Wald und Klima nach den Höhenlagen verschiedene sein müssen, wird man die Stationen auch nach ihrer verschiedenen Elevation gruppiren müssen.

Die Alpen und Karpaten bieten Oertlichkeiten, welche den soeben angedeuteten Bedingungen in der Hochgebirgslage entsprechen; so z. B. wäre die Vergleichung des ca. 1600 Meter hohen Plateau des kahlen Tännengebirges mit dem nicht viel niedrigeren Plateau des ziemlich bewaldeten Höllengebirges eine sehr nahe liegende Aufgabe; der Böhmerwald, das Marsgebirge in Mähren, die grossen Waldungen des griechisch-orientalischen Religionsfondes in der Bukowina bieten angemessene Mittelgebirgslagen oder Berglagen dar; die von weitem Freiland umgebene Waldmasse um Zbirow, Pürglitz und Neustrašir in Böhmen gibt einen classischen Fall für die Mittellandslage; der zusammenhängende Complex der Idrianer und Ternowaner Waldungen in Krain und Görz ermöglicht uns Beobachtungen im noch bewaldeten Karstgebiete und über den Einfluss dieser Waldungen auf den benachbarten kahlen Karst; der Eichen-Staatsforst der k. k. Marine in Montona (Istrien) in einer ringsum waldlosen Gegend und der Castuaner Wald zeigen ähnliche Verhältnisse nur im kleineren Massstabe und in niedrigeren Lagen; der Kobernauser Wald repräsentirt eine Hügellage im westlichen, noch vorwiegend oceanischen Klima; verschiedene Waldcomplexe in Galizien bieten uns Hügelland und ebene Lagen unter dem Einflusse des weit trockeneren, mehr continentalen osteuropäischen Klimas.

Sehr wünschenswerth wäre es, wenn analoge Einrichtungen auch in Ungarn und Siebenbürgen getroffen würden, da hier die äusserste Trockenheit des Steppenklima's einerseits und am Randgebirge grosse Waldungen anderseits vorhanden sind, wie der Bakonyerwald im Westen, die Wälder in den Vorbergen der Karpaten nördlich und die Biharia (Siebenbürgisches Westgebirge) im Osten, so dass man Ungarn als das eigentlich classische Land für derartige Beobachtungen bezeichnen kann. Was in dieser Beziehung jenseits der Leitha geschehen soll, kann zwar nicht von hier aus bestimmt werden; aber die Anregung, welche durch uns unzweifelhaft erfolgen und hoffentlich jenseits der Leitha Anklang finden wird, kann gewiss nicht verwehrt sein, ebensowenig wie die Verwerthung der dort erzielten Daten durch Vergleichung mit den diesseitig erlangten, welche durch erstere gewiss sehr wichtige Ergänzungen erhalten würden. Es kann daher nur dringend empfohlen werden, dass ein Einvernehmen mit der Direction der k. ung. meteorologischen Central-Anstalt in Ofen behufs gemeinsamen fachlichen Vorgehens angebahnt werde.

Um innerhalb der oben angedeuteten, in verschiedenen Höhenlagen befindlichen Waldcomplexe die Auswahl bestimmter Stationsorte treffen zu können, wird man zunächst die eigene Landeskenntniss und Erfahrung, dann die Generalstabskarten, die Landesbeschreibungen zu Rathe ziehen, wo möglich auch durch Correspondenz mit landes- und ortskundigen Fachmännern (wie Organe der Forstverwaltung, des Katasters, Beobachtern an den bisherigen

Stationen u. s. w.) Fingerzeige zu erlangen trachten und schliesslich durch Bereisung sich selbst die entscheidende eigene Anschauung verschaffen.

Einer der wesentlichen Umstände, welche die Wahl bestimmter Stationspunkte beeinflussen muss, ist die Verfügbarkeit geeigneter Beobachter. In dieser Beziehung muss auf das Eindringlichste vor einer Auffassung gewarnt werden, welche, weil sie sehr nahe liegt, sehr allgemein verbreitet ist: dass nämlich Beobachter am einfachsten durch die Beauftragung untergeordneter Dienstorgane, wie z. B. Förster, Wirthschafts-Verwalter, Bahnbeamte, Officiere und Unterofficiere bei militärischen Etablissements u. s. w. gewonnen werden können. Es ist zwar selbstverständlich, dass solche Personen oft weit und breit die einzigen sind, bei denen einige fachliche Bildung, Interesse und Verlässlichkeit vermuthet werden kann; aber diese Eigenschaften, welche, und zwar in hohem Grade, bei einem brauchbaren Beobachter vorhanden sein müssen, sind durchaus nicht selbstverständlich mit dergleichen Persönlichkeiten und Stellungen verbunden, und ein Auftrag von Oben ist keineswegs im Stande, jene Vereinigung von Eigenschaften zu erzielen, welche im Interesse exacter Resultate unentbehrlich ist.

Man hat hievon ein sehr drastisches Beispiel an den meteorologischen Beobachtungen auf unseren Seeschiffen. Seit mehr als zehn Jahren sind meteorologische Bordjournale auf den Kriegsschiffen eingeführt und bestimmte Terminbeobachtungen angeordnet; ebenso hat die Dampfschiffahrt-Gesellschaft des österr.-ungar. Lloyd eine Anzahl von Schiffen mit Instrumenten und Instructionen für meteorologische Beobachtungen versehen. Aber mit sehr wenig Ausnahmen, welche immer auf das persönliche Interesse einzelner Schiffsofficiere zurückzuführen sind, ist aus allen diesen befehlsweise getroffenen Verfügungen nichts Anderes hervorgegangen, als lückenhaftes, wenig verlässliches und jedenfalls nicht verwerthbares Materiale; und die hervorragenden Vertreter des Seewesens haben bei diesbezüglichen Verhandlungen in Wien ihre Ueberzeugung ausgesprochen, dass bessere Resultate nur in jenen Fällen zu erzielen sein werden, wo Beobachter sich entweder freiwillig melden, oder auf gegebene Anregung ein selbstständig hervorragendes Interesse an der Sache bekunden und wo der mit den betreffenden Instructionen Ausgerüstete die Verantwortung für die Richtigkeit der Beobachtungsreihen übernimmt, welche unter seiner Namensfertigung eingesendet und unter seinem Namen veröffentlicht oder verwerthet werden.

Nur das persönliche wissenschaftliche Interesse und das Bewusstsein persönlicher Verantwortlichkeit vor der wissenschaftlichen Welt, nebenbei in manchen Fällen auch die Aussicht auf entsprechende Entlohnung, sind im Stande, jene Genauigkeit, Ausdauer, ja Opferfähigkeit hervorzurufen, ohne welche verwerthbare Daten nicht zu erlangen sind.

Auf unsere Angelegenheit angewendet folgt daraus, dass man durchaus nicht in jedem irgendwo postirten Wirtschaftsorgan, Forstbeamten, Postencommandanten u. s. w. einen sicheren und überdies unentgeltlichen Beobachter zu erblicken hat, wenn nicht der Werth des ganzen Beobachtungssystemes in Frage gestellt werden soll. Es ist viel besser, eine geringere Zahl von Stationen zu haben und dieselben auf jene Orte zu beschränken, an denen nicht nur mit den erforderlichen Kenntnissen, sondern auch mit wirklichem Berufe und Interesse ausgerüstete Männer sich vorfinden, als wenn man ein Netz von zahlreicheren Stationen ohne Garantien für den factischen (nicht officiellen) Werth der Beobachter im Ordonnanzwege schaffen wollte. Auch die Ertheilung von bestimmten Honoraren darf nicht gescheut werden, wenn die persönlichen Verhältnisse eines befähigten und willigen Mannes ihm nicht gestatten, ohne besondere

Vergütung einen wesentlichen Theil seiner Zeit und seiner Kräfte den Beobachtungen und Aufschreibungen zu widmen.

3. Anwendung der physikalisch-experimentellen Methode.

a) Rein meteorologische Untersuchungen.

Die Beobachtungen dieser Gruppe unterscheiden sich von denen der vorigen dadurch, dass sie nicht Tag für Tag zu bestimmten Stunden in derselben Weise anzustellen und zu registriren sind, sondern nur dann beginnen, wenn die Fälle, auf welche sie berechnet sind, eintreten und auch nur so lange dauern, als eben die betreffende Combination von Umständen besteht.

Die hauptsächlichsten Fragen, zu deren Lösung die Anwendung dieser Methode unerlässlich scheint, werden im Folgenden näher erörtert.

Da der Wald seine klimatischen Eigenthümlichkeiten, wie bereits oben gesagt, nur mittelst der von ihm ausgehenden oder mit ihm in Berührung gekommenen Luftströmungen theilweise auch auf die Nachbarschaft übertragen kann, ist es von fundamentaler Wichtigkeit, die vom Walde herkommenden Luftströmungen insbesondere bezüglich ihres Wassergehaltes und ihrer Temperatur zu untersuchen. Tritt nun beispielsweise der Fall ein, dass eine Luftströmung aus einem Wald herausweht in benachbartes Freiland, so ist es für unsere Specialfrage viel wichtiger, die Temperatur und den Wassergehalt dieses Luftstromes in verschiedenen Abständen vom Boden und in verschiedener Entfernung vom Walde und zwar kurz nacheinander zu messen, als wenn jahrelang die täglich dreimaligen Terminbeobachtungen fortgesetzt werden, von denen die meisten den hier vorausgesetzten Fall gar nicht repräsentiren und die keineswegs so zahlreich angestellt werden können, wie es zur genauen Erforschung der Natur einer solchen Luftströmung erforderlich wäre.

Selbst nur 10 bis 20 mal im Jahre einen solchen Fall durch einige Stunden zu verschiedenen Tageszeiten zu beobachten, ist im Sinne der physikalischen Methode erspriesslicher und einem tüchtigen Beobachter auch leichter zuzumuthen, als wenn derselbe Mann durch eine lange Reihe von Jahren so rasch aufeinander folgende Terminbeobachtungen machen müsste, dass daraus die genaue Verfolgung solcher Fälle möglich wäre.

Derartige Veranstaltungen lassen sich besonders bei Anwendung von *Ballons captifs*, von denen noch weiter unten die Rede sein wird, und unter Beiziehung einer oder mehrerer Hilfskräfte, die gewiss in einzelnen Fällen, nicht aber das ganze Jahr hindurch, verfügbar sein können, mit grossem Vortheile treffen, und zwar nicht nur von einem Stationsbeobachter, sondern auch von einem Reisenden, der sich an einem geeigneten Orte zu jener Zeit aufhält, wo eben der vorausgesetzte Fall eintritt.

Eine besondere Beachtung werden im Bereich der hier vorliegenden Fragen auch jene Fälle finden müssen, wo eine specielle Luftcirculation zwischen dem Walde und dem benachbarten Lande unbehindert von der allgemeinen Luftströmung stattfindet. Nach der Theorie sollte bekanntlich während der Zeit einer wirksameren Insolation, also im Sommerhalbjahr und in den wärmeren Stunden bei heiterem Himmel, eine kühle Luftströmung aus dem Walde gegen das freie Land herauskommen, sich dann in einer noch fraglichen Entfernung

vom Walde mit dem sonstigen aufsteigenden Luftstrome erheben und nach der in grösserer Höhe erfolgten Abkühlung sollte ein Theil der aufgestiegenen Luft von oben her in den Wald zurückkehren, um jene Luft zu ersetzen, welche unten abströmt u. s. w. In heiteren Nächten, insbesondere in den ersten Stunden derselben, sollte eine entgegengesetzte Circulation stattfinden, indem kältere Luft aus dem freien Lande unterwärts in den Wald einströmt, mit der vom Tage her noch erwärmten Waldluft aufsteigt u. s. w. Wenn diese Circulation überhaupt stattfindet, so müsste sie einen wesentlichen Einfluss auf die Umgebung, wenn auch vielleicht nur in geringer Ausdehnung, haben; sie kann aber jedenfalls nur dann eintreten, wenn ausser dieser localen Circulationsströmung im Allgemeinen Windstille herrscht, weil jeder allgemeiner verbreitete bedeutendere Luftstrom eine solche locale Circulation nicht aufkommen liesse. Es wird sich also darum handeln, auf den richtigen Moment zu achten, an dem überhaupt eine derartige locale Circulation bei Tag oder Nacht vermuthet werden kann und mit den Instrumenten, von welchen ein Theil am *Ballon captif* angebracht ist, die Circulation durch Beobachtungen in sehr kurzen Intervallen genau zu verfolgen.

Eine weitere Gruppe von Beobachtungen wäre bestimmt die Frage zu entscheiden, wie sich der Wassergehalt jener Luftschichten, welche unmittelbar über den Kronen der Waldbäume liegen, unter dem Einfluss des darunter liegenden Waldes abweichend gestaltet von demjenigen gleichhoher Luftschichten, unter denen sich kein Wald befindet. Beobachtungen hierüber können ebenfalls nicht das ganze Jahr hindurch, sondern nur an solchen Tagen, an denen Windstille oder eine nur ganz unbedeutende und unstetige Bewegung der Luft herrscht, mit Erfolg angestellt werden. Zu diesen Versuchen müsste man sich entweder solcher Gerüste, welche über die Gipfel der Waldbäume hinausragen, oder der schon erwähnten *Ballons captifs* bedienen. Die letzteren dürften vorzuziehen sein, weil sie sich je nach Erforderniss an verschiedene Punkte leicht transportiren und in verschiedene Höhengschichten senden lassen, während das Gerüst, bei verhältnissmässig grossen Kosten, sich im Falle des Bedarfes nicht wohl wieder anderswohin verlegen lässt und überdies durch die Beschwerlichkeit der Besteigung einer oft wiederholten Benützung nicht sehr förderlich ist.

Beobachtungen über den Baumkronen sind bisher nur von Fautrat und Sartiaux¹⁾ in Frankreich, und noch nicht in einer Art und Ausdehnung angestellt worden, dass man ihre Resultate als endgiltige Lösung der Frage betrachten könnte. In Deutschland hat man zwar die Temperaturs- und Feuchtigkeitsverhältnisse innerhalb der Krone gemessen, oberhalb derselben aber nicht in Betracht gezogen; und doch sind gerade diese letzteren Beobachtungen für unsere Frage mehr entscheidend als die ersteren, indem wir nicht die schon ziemlich gut bekannten klimatischen Verhältnisse im Walde, sondern die Beziehungen zur Umgebung nach jeder Richtung hin untersuchen wollen.

Die Beobachtungen der physikalisch-experimentellen Richtung wären theils von den tüchtigsten bereits erprobten Beobachtern an den passend gelegenen fixen Stationen anzustellen, theils aber auch dem Leiter des Beobachtungswesens oder einem seiner Hilfsorgane bei Gelegenheit von Bereisungen zu überlassen. Zu diesem Zwecke müssten jene Stationen, welche neben den fortlaufenden Tagesbeobachtungen sich auch mit den erwähnten physikalischen (nur in den angegebenen Fällen anzustellenden) Beobachtungen zu beschäftigen hätten, auch mit den betreffenden speciellen Apparaten ausgerüstet werden, von denen noch im Abschnitt über die „Ausrüstung“ weiter unten die Rede sein wird.

¹⁾ Comptes rendus 1876.

b) Physiologische Untersuchungen.

Die Resultate der hier vorgeschlagenen physikalisch-experimentellen Beobachtungen mögen wie immer ausfallen, so wird damit doch nicht die letzte zugängliche Erklärung der Erscheinungen gegeben sein, so lange man nicht über die Verhältnisse der Transpiration der Waldbäume im Klaren sein wird. Hauptsächlich theils durch die Transpiration, theils durch die Wiederverdampfung der aufgespeicherten Wasservorräthe des Waldbodens und seiner feuchten Decke (wenn man von der selbstverständlichen Wiederverdampfung des an den Blättern und der Rinde hängen gebliebenen Regenwassers absieht), kann der Wald Wasser in grösserer Menge an die Luft abgeben. Diese Abgabe muss selbstverständlich bei verschiedenen Baumarten, verschiedenem Alter der Bäume und zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten verschieden sein und sich überdies auch verschieden verhalten, je nachdem der Boden, auf dem der Wald steht, den Bäumen mehr oder weniger Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung stellt.

Die hier vorliegende Frage der Bewegung der Säfte im Baume und über die Transpiration derselben ist eine pflanzenphysiologische, und es ergibt sich daraus die Nothwendigkeit, den bisher angedeuteten Versuchsreihen eine pflanzenphysiologische anzufügen. Man könnte glauben, dass über die Transpiration der Bäume, als eine der allernächst liegenden Fragen, die Acten schon geschlossen und daher weitere Beobachtungen nicht mehr nothwendig seien; dies ist jedoch nicht der Fall, wie aus einer erst vor Kurzem erschienenen Schrift von Dr. Burgerstein: „Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf das Transpiriren der Pflanzen“, worin die ganze Literatur des In- und Auslandes über diese Angelegenheit übersichtlich und kritisch beleuchtet dargestellt ist, zur Genüge erhellt. Die seither in den letzten Monaten publicirten Arbeiten von Prof. Dr. Jos. Böhm und Dr. Fr. v. Höhnel, welche das Saftsteigen im Zusammenhange mit der Transpiration behandeln, haben werthvolle Beiträge zur Lösung unserer Frage geliefert, aber allseitig gelöst ist sie noch nicht.

Ein tüchtiger Forscher dieser Richtung würde, wenn mit entsprechenden Mitteln ausgerüstet, zur Verfolgung der hier vorkommenden physiologischen Grundfragen wesentlich beitragen können.

4. Wahl der Stationspunkte.

In welchen Gegenden forstlich-meteorologische Beobachtungs-Stationen zu errichten wären, wurde schon oben in allgemeinen Umrissen angedeutet; an welchen einzelnen Punkten dieser Gegenden jedoch sich die Stationseinrichtung zweckmässig wird realisiren lassen, oder ob Stationen noch in anderen hier nicht bezeichneten Gegenden errichtet werden sollen, kann erst auf Grundlage eingehender Erhebungen der localen und persönlichen Verhältnisse entschieden werden.

Nach den schon wiederholt bezeichneten Aufgaben, welche uns vorliegen, werden zwei verschiedene Typen von Stationen zu unterscheiden sein. Der erste Typus wären „Parallel-Stationen“, welche bestimmt sind die klimatischen Verhältnisse je zweier Punkte, von denen der eine bewaldet ist oder unter dem Einflusse umgebender Waldmassen steht, der andere aber von jedem erheblichen Waldbestand möglichst weit entfernt ist, mit einander zu vergleichen, was selbstverständlich nur dann möglich ist, wenn alle übrigen Verhältnisse, also insbesondere die Höhenlage, dann die Lage in der klimatischen Zone oder Region u. s. w.

gleich sind, und die Verschiedenheiten sich eben nur auf die Bewaldungsverhältnisse beschränken. Der zweite Typus wäre jener der „Radial-Stationen“, bei denen es wesentlich darauf ankommt die verschiedenen, insbesondere aber die ursprünglich trockenen Luftströmungen vor, während und nach dem Passiren eines Waldcomplexes zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wird jedesmal eine ganze Gruppe von Beobachtungspunkten combinirt werden müssen; nämlich eine oder zwei Stationen tief im Inneren des Waldcomplexes, dann mehrere ausserhalb dieses letzteren, mindestens eine in jedem der vier Quadranten (vom Walde aus gerechnet) und mit näherer Orientirung nach der Richtung der vorzüglich herrschenden oder charakteristischen Winde von entgegengesetztem Charakter.

Die Freilands-Stationen einer solchen Gruppe sollen mindestens 2 Km. vom Waldrande entfernt und in gleicher Höhe mit dem Walde sein; an der Leeseite des trockensten Windes aber wird es sich empfehlen, noch je eine oder zwei dem Waldrande näher gelegene Hilfsstationen einzuschalten, da möglicherweise eine Wirkung des Waldes sich zwar in grösserer Nähe (von etwa 0,5 Km. oder 1 Km.) nicht aber auf weitere Entfernungen constatiren lassen dürfte. Eine solche Beobachtungsgruppe würde daher bei vollständiger Besetzung fünf bis acht Stationspunkte umfassen, z. B. eine oder zwei im Innern des Waldes, je eine gegen Westen, Nordosten und Südosten und eine bis drei im Südwesten, vorausgesetzt, dass der Nordostwind in der betreffenden Gegend der trockenste und daher die Südwestseite diejenige sei, auf welcher sich ein grösserer Wasserdampfgehalt der Luft zeigen müsste, wenn der Wald einen solchen hervorzubringen im Stande ist. Auf die richtige Situation jeder Beobachtungsstation muss ein so grosser Werth gelegt werden, dass, falls an geeigneten Stellen, wo Beobachtungen nothwendig erscheinen, sich Wohnhäuser oder sonstige Unterkunft für Instrumente und Beobachter nicht vorfinden, man eher zur Erbauung einfacher Blockhäuser schreiten, als Stationen an physisch minder geeignete Punkte mit leichterer Unterkunft verlegen müsste, wie bereits Dr. Breitenlohner¹⁾ hervorgehoben hat.

Ueber die Anzahl und Vertheilung der Stationen werden aber nebst der Eignung der natürlichen Lage und dem Vorhandensein entsprechender Persönlichkeiten auch noch die verfügbaren Geldmittel entscheidend sein, weshalb weiter unten die Ausrüstungskosten der Stationen verschiedenen Ranges präliminirt werden.

5. Ausrüstung der Stationen.

Die Ausrüstung wird von den schon genugsam erörterten Zwecken bedingt, welche offenbar verlangen, dass die Verhältnisse der Temperatur, der absoluten und relativen Luftfeuchtigkeit, des Niederschlages und der Windrichtung möglichst genau und oft beobachtet werden. Es kann demnach eines der theuersten und schwierigst zu conservirenden Instrumente, nämlich das Barometer, für unsere Zwecke ganz entbehrt werden, indem der Luftdruck für unsere speciellen Fragen nicht direct von Belang ist und die indirecte Beziehung zur Berechnung der Luftfeuchtigkeit aus der psychrometrischen Differenz (bei August's Psychrometer) nichts Anderes verlangt, als die Kenntniss des mittleren Barometerstandes der betreffenden Gegend, welcher jedoch nach der Seehöhe und dem Barometerstand entsprechend gelegener

¹⁾ Vergl. dessen Abhandlung „Zur Reform und Erweiterung des agrar-meteorologischen Beobachtungssystemes“ (Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1877, 5. Heft).

Stationen des Beobachtungsnetzes der k. k. meteorologischen Centralanstalt mit hinreichender Genauigkeit entnommen werden kann.

Unerlässlich sind vor Allem an jeder Station zwei Thermometer zur Beobachtung der Lufttemperatur, und zwar eines etwa in Mannshöhe, also nahe am Boden des Waldes, das andere unmittelbar über dem Niveau der Baumkronen. Zur Beobachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse ist die Beigabe je eines feuchten Thermometers zu jedem der beiden soeben erwähnten trockenen Thermometer, also die Verfügbarkeit zweier August'scher Psychrometer-Paare (eines unter, das andere über den Baumkronen) erforderlich, denen auch noch je ein Hygrometer nach Klinkerfues beizugeben wäre.

Da es an und für sich keinem Zweifel mehr unterliegt, dass die Luft im Walde schon vermöge der durchschnittlich niedrigen Temperatur und der geringeren Wiederverdampfung eine grössere relative Feuchtigkeit haben muss, während es fraglich ist, in welchem Grade verschieden hohe Luftschichten in und ober dem Walde, oder auch rings um den Wald herum, eben durch den Wald einen grösseren absoluten Gehalt an Wasserdampf erhalten, so erscheint die Anwendung von Psychrometern und Hygrometern, die zunächst für die Ermittlung der relativen Feuchtigkeit in Procenten dienen und bei Ermittlung des absoluten Wassergehaltes nur als ein nicht ganz genaues Surrogat für directe Messung gelten können, noch nicht vollständig genügend; ich befürworte vielmehr die Anwendung eines Apparates, welcher aus einer beliebigen Luftschichte ein bestimmtes und jedesmal gleiches Quantum Luft aufnimmt und demselben alles Wasser entzieht, so dass aus der Gewichtsvermehrung des wasserabsorbirenden Mittels oder aus der Verminderung des Luftvolumens nach erfolgter Absorption des Wassergases der Gehalt an letzterem genau berechnet werden kann.¹⁾ Einen solchen Apparat, welcher mit Umgehung jeder Wägung genaue Beobachtungen gestattet, hat auf meine Anregung Herr Prof. Schwackhöfer an der Hochschule für Bodencultur in Wien zu construiren unternommen, und dürfte es binnen Kurzem gelingen, die noch vorhandenen Schwierigkeiten, welche hauptsächlich in der Temperaturcorrection gelegen sind, zu überwinden. Würde ein solcher Apparat mit mässigen Kosten leicht herzustellen und einfach zu behandeln sein, so wären wenigstens Stationen ersten Ranges mit demselben zu versehen.

Als Ergänzung zu den hygrometrischen Beobachtungen wären ferner „*Evaporimeter*“ (Verdunstungsmesser), jedoch nur bei Stationen ersten Ranges in Anwendung zu bringen; es empfiehlt sich dazu insbesondere das durch seine Einfachheit ausgezeichnete *Evaporimètre de Piche* von Baudin in Paris. Apparate, an welchen die Verdunstung einer freien Wasserfläche, dann diejenigen aus verschiedenen nackten, bedeckten oder bewachsenen Bodenarten (nach Ebermayer's Construction) zu beobachten ist, erscheinen mir, nachdem solche Beobachtungen anderwärts theils schon zahlreich vorliegen, theils fortgesetzt werden, nicht durchaus erforderlich und könnten nur etwa an zwei der hervorragendsten Stationen, wovon jedenfalls eine im Süden der Monarchie, behufs vergleichender Beobachtungen in Anwendung genommen werden.

Die Regenmesser müssten, wie die Thermometer und Psychrometer, an Waldstationen sowohl nahe dem Boden als oberhalb der Baumkronen angebracht werden, und zwar erscheint

¹⁾ Forscher, welchen es auf genaue Bestimmung des Wassergases in beliebigen Luftschichten ankam, haben sich auch schon bisher nicht der Psychrometer, sondern aspirirender Apparate bedient; so Dr. Vogel bei seinen Versuchen über den Wassergehalt der Luft bei verschiedenen bekleideter Bodenoberfläche. (Zeitschr. d. k. bayr. Akad. 1868).

es mir nothwendig, unter den Bäumen nicht blos Ein, sondern drei bis vier Ombrometer an Stellen von verschieden dichtem Kronenschluss aufzustellen, damit die auf den Boden des Waldes gelangende Wassermenge nicht zu sehr nach blossen Zufälligkeiten der Belaubung, des Astschlusses etc. beurtheilt werde, was auch bereits Dr. Breitenlohner (l. c.) vorgeschlagen hat. Für Freilandstationen erscheint es ebenfalls zweckmässig, je mehrere Ombrometer anzuwenden, nämlich etwa drei an verschiedenen Punkten in derselben Höhe wie die unteren der Waldstation, und eines womöglich in der Höhe wie die über den Kronen befindlichen der Waldstationen, also etwa auf dem Hausdache oder auf einem isolirten Baume etc.

Bei der Wichtigkeit, welche für unsere Zwecke einer genauen Beobachtung der Windrichtungen zugeschrieben werden muss, erscheint eine, wenn auch möglichst einfache, doch sicher functionirende Windfahne als ein nothwendiges Inventarstück jeder Station.

Einige Stationen ersten Ranges müssten mit dem von Prof. Schwackhöfer noch zu vollendenden Luftsauger und mit je einem oder zwei *Ballons captifs* versehen werden. Diese letzteren bieten das Mittel, an beliebiger Stelle bis zu verschiedenen Höhen das Verhalten der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit zu verfolgen und jene Fragen zu beantworten, welche man an die Luftschichten in verschiedenen verticalen und horizontalen Abständen vom Walde stellen muss, um die Wechselbeziehungen zwischen Wald und Klima der Waldesumgebung in exacter Weise zu ergründen. Die Skizze eines solchen Ballon's und seiner Ausrüstung mit selbstregistrirendem Thermometer, Psychrometer oder Hygrometer ¹⁾ und Regenfänger, ist von mir schon seit längerer Zeit entworfen; es fehlt jedoch noch an der praktischen Ausführung eines solchen Apparates, welche mit einigen Schwierigkeiten verbunden sein wird, wenn derselbe nicht zu theuer, leicht transportabel und füllbar, dabei ungefährlich und handlich sein soll. Da ein solcher Ballon nur wenige Apparate zu tragen haben wird, welche zusammen etwa 2—3 Kilogr. wiegen, so können seine Dimensionen ganz mässig sein. Die Details der Construction zu besorgen, hat ebenfalls Herr Prof. Schwackhöfer unternommen.

Es folgt nun ein Voranschlag der Ausrüstungskosten.

Dabei sind unterschieden: Stationen erster und zweiter Ordnung, dann Zwischen- und Regenstationen. „Erster“ und „zweiter Rang“ ist hier nur relativ für unser forstlich-meteorologisches Beobachtungssystem zu verstehen, nicht im selben Sinne wie bei rein meteorologischen Stationen nach der internationalen Vereinbarung. Unsere Stationen erster Ordnung sind daher weit weniger reich und kostspielig eingerichtet, als die Reichs- oder Central-Anstalten erster Ordnung. Zwischenstationen werden hauptsächlich dazu erforderlich sein, um, wenn ein bestimmter Einfluss des Waldes auf seine Umgebung constatirt werden kann, zu erforschen, wie weit dieser Einfluss reiche.

Die Preise sind theils nach gefälliger Mittheilung aus der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie, theils nach Ebermayer's Angaben (Seite 14 seines bekannten Werkes über die „physikalischen Einwirkungen des Waldes“ etc.) angesetzt.

¹⁾ Das Luftsaugen zur Bestimmung des Wassergehaltes höherer Luftschichten dürfte derart erfolgen, dass der Ballon nur ein Kautschukrohr mit in die Höhe nimmt, während der Mess-Apparat unten beim Beobachter bleibt.

Gegenstände	Anzahl der Exem- plare	Preise der Apparate		Andere Kosten
		Einzel	Zusammen für die beantragte Anzahl	
Je eine Waldstation I. Ordnung.				
Thermometerpaare (je 1 trockenes und 1 feuchtes Thermometer, daher zugleich Hygrometer nach August's Princip) u. z. ohne Seitenbeschirmung ¹⁾ für unten und oben ²⁾	2	15	30	
Vorraths-Thermometer	3	5	15	
Maximum-Thermometer ³⁾ u. o.	2	10	20	
Minimum-Thermometer ³⁾ u. o.	2	8	16	
Baumthermometer.	6	4	24	
Hygrometer von Klinkerfues u. o.	2	11·5	23	
Evaporimeter Piche von Baudin	1	4	4	
Evaporimeter nach Ebermayer für Erde und Vegetation .	4	5	20	
Ombrometer (Regenmesser) unten 4, oben 2	6	10	60	
Windfahne vereinfacht	1	8	8	
Ballon captif	2	— ⁴⁾	—	
Luftsauger nach Schwackhöfer	2	— ⁴⁾	—	
Gerüste über die Kronen sammt Aufstieg	1	80	80	20
Verpackung und Transport der Apparate	—	—	—	20
Arbeitslöhne bei der Aufstellung	—	—	—	100
Reise des Dirigirenden	—	—	—	100
			300	140
Summe ohne Ballon und Luftsauger			fl. 440	
Mit 2 Ballons und Luftsaugern (wobei das Gerüste wegfällt) um einen noch nicht bestimmten Betrag mehr.				
Je eine Waldstation II. Ordnung.				
Thermometerpaare unten und oben	2	15	30	
Hygrometer von Klinkerfues u. o.	2	11·5	23	
Ombrometer (4 unten, 2 oben)	6	10	60	
Windfahne	1	8	8	
(Ballon und Luftsauger nur vom bereisenden Dirigenten oder anderen damit betrauten Personen mitzubringen)				
Gerüst	1	80	80	
Verpackung und Transport	—	—	—	12
Arbeitslöhne	—	—	—	12
Reise	—	—	—	100
			201	124
Summe			fl. 325	

¹⁾ Ohne Seitenbeschirmung, weil die Paare über den Kronen wegen der Insolation keine Beschirmung haben dürfen, daher auch die unteren Paare der Vergleichbarkeit wegen ohne Schirm bleiben müssen.

²⁾ „Unten“ ist hier der Kürze wegen für die Aufstellung unter den Bäumen nahe am Boden und „oben“ für die Aufstellung über die Baumkronen gesetzt.

³⁾ Ob nach Six (18 fl.) oder Baudin (10 + 8 fl.) ist noch fraglich.

⁴⁾ Je ein zweites Exemplar von Ballon und Luftsauger ist erwünscht bei Hauptstationen, um gleichzeitige vergleichende Beobachtungen an einem zweiten Punkte in gleicher oder verschiedener Höhe machen zu können.

Gegenstände	Anzahl der Exem- plare	Preise der Apparate		Andere Kosten
		Einzel	Zusammen für die beantragte Anzahl	
Je eine Freilandstation I. Ordnung.				
Thermometerpaare ohne Seitenbeschirmung	1	15	15	
Vorraths-Thermometer	3	5	15	
Maximum-Thermometer	1	10	10	
Minimum-Thermometer	1	8	8	
Hygrometer von Klinkerfues	1	13	13	
Evaporimeter Piche von Baudin	1	4	4	
Evaporimeter nach Ebermayer	4	5	20	
Ombrometer (wovon 3 unten und 1 wo möglich in Gipfelhöhe auf einem Dache oder isolirten Baume)	4	10	40	
Windfahne	1	8	8	
Ballon captif	2	?	?	
Luftsauger	2	?	?	
Verpackung und Transport der Apparate	—	—	—	15
Arbeitslöhne bei der Aufstellung	—	—	—	15
Reise des Dirigirenden	—	—	—	100
			133	130
Summe (ohne Ballon und Luftsauger)			fl. 263	
Mit 2 Ballons und Luftsaugern um einen noch nicht bestimmten Betrag mehr.				
Je eine Freilandstation II. Ordnung.				
Thermometerpaar	1	15	15	
Vorraths-Thermometer	3	5	15	
Hygrometer von Klinkerfues	1	13	13	
Ombrometer	4	10	40	
Windfahne	1	8	8	
Leiter	1	12	12	
Verpackung und Transport der Apparate	—	—	—	9
Arbeitslöhne bei der Aufstellung	—	—	—	12
Reise des Dirigirenden	—	—	—	100
			103	121
Summe			fl. 224	
Je eine Zwischen- und Regenstation.				
Thermometer	1	5	5	
Psychrometer von Klinkerfues	1	13	13	
Regenmesser	2	10	20	
Verpackung, Transport, Aufstellung	—	—	—	10
			38	10
Summe			fl. 48	

Eine Blockhütte sammt sparsamster Einrichtung wäre zu veranschlagen mit fl. 800

Die **Erhaltungskosten** lassen sich präliminiren wie folgt:

Waldstation I. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 50
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	15
Remuneration des Beobachters	„ 150
Entlohnungen für zeitweilig exponirtes Hilfspersonale	„ 100
	<hr/>
	fl. 315

Mit Betrieb von Ballons um etwa fl. 50 mehr.

Waldstation II. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 30
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	„ 10
Remuneration des Beobachters	„ 100
Entlohnungen für zeitweilig exponirtes Hilfspersonale, verwendete Hilfsarbeiter . . .	„ 60
	<hr/>
	fl. 200

Freilandstation I. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 30
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	„ 12
Remuneration des Beobachters	100
Entlohnungen für zeitweilig exponirtes Hilfspersonale	„ 80
	<hr/>
	fl. 222

Mit Betrieb von Ballons um etwa 50 fl. mehr.

Freilandstation II. Ordnung.

Reparaturen, Ergänzungen etc.	fl. 20
Drucksorten, Schreibmaterial etc.	10
Remuneration des Beobachters	60
Entlohnung von Hilfspersonale	„ 30
	<hr/>
	fl. 120

Zwischen- und Regenstation.

Reparaturen, Ergänzungen etc. .	fl. 10
Drucksorten und Schreibmaterialien	„ 5
Remuneration	„ 20
	<hr/>
	fl. 35

Zur Vergleichung diene, dass die erste Errichtung einer **combinirten Wald- und Freilandstation** in Bayern nach Ebermayer rund 500 fl. und die jährliche Unterhaltung einer solchen 250 fl. süddeutsche Währung kostet.

Die von mir präliminirten Auslagen für Special-Apparate zu den physikalischen und physiologischen Arbeiten, für die jährliche Fortführung dieser Letzteren und für die centrale Leitung bieten für die Oeffentlichkeit weniger Interesse, und werden die betreffenden Ziffern mehr Werth haben, wenn sie seinerzeit nach der wirklichen Gebarung bekannt gegeben werden.

6. Instructionen für die Beobachter.

Um Resultate zu erhalten, welche auf einen gemeinsamen Zweck abzielen, muss den Beobachtern eine bestimmte Instruction gegeben werden. Im gegenwärtigen Stadium der Angelegenheit kann eine solche Instruction in ihrer vollen Ausdehnung noch nicht verfasst, wohl aber können die hauptsächlichsten Richtpunkte angegeben werden, welche seinerzeit bei der Verfassung der Instruction zu berücksichtigen sein dürften.

Am detaillirtesten muss eine Instruction für die sogenannten Termin-Beobachtungen ausgearbeitet werden, d. h. für jene Gruppen von Beobachtungen, welche zur statistischen Untersuchungsmethode gehören. Da erscheint es vor allem rätlich, die täglichen Beobachtungstermine möglichst denjenigen anzuschliessen, welche von den Stationen der k. k. Centralanstalt für Meteorologie eingehalten werden, nämlich 6 oder 7 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags und 9 oder 10 Uhr Abends. Es empfiehlt sich dies nicht blos darum, weil diese Beobachtungsstunden nach reiflicher fachlicher Erwägung festgestellt und auch international angenommen sind, sondern auch weil durch das Festhalten dieser Termine die Vergleichbarkeit der Daten unserer Stationen mit denjenigen der übrigen bedingt ist. Es erscheint jedoch als sehr wünschenswerth, ausser diesen für jede Jahreszeit unabänderlichen Terminen noch eine nebenher gehende zweite Beobachtungsreihe zu erhalten, deren Termine vom Stande der Sonne abhängen, indem eben dieser es ist, welcher insbesondere an heiteren und halbheiteren Tagen und während des Sommer-Halbjahres den Gang der Temperatur und das Verhalten der Hydrometeore unmittelbar bedingt. Nach diesem Gesichtspunkt müsste man Beobachtungen in gleichen Zeitabständen vom Auf- und Untergang der Sonne anstellen, also z. B. bei Sonnenaufgang, dann 2 oder 3 Stunden nach demselben und ebenso 2 oder 3 Stunden vor Sonnenuntergang, sowie beim Sonnenuntergange selbst. Zu manchen Zeiten muss einer oder der andere dieser Termine mit einem der ersten Reihe zusammenfallen, so dass hieraus nicht eine vollständige Verdopplung der Beobachtungen erwachsen würde.

Jedenfalls könnte diese zweite Beobachtungsperiode nur dort durchgeführt werden, wo entweder ein sonst wenig beschäftigter Beobachter zur Verfügung steht, oder wo eine zweite Persönlichkeit in Verwendung genommen werden kann.

Selbstregistrirende Apparate würden freilich die ganze Schwierigkeit beheben, weil sie uns in die Lage setzen würden, beliebige Stunden, folglich auch jene des Auf- und Unterganges und von diesen beiden Momenten gleich weit abstehende Tagesstunden herauszugreifen; die grösseren Kosten und die schwierigere Behandlung solcher Autographen halten mich jedoch davon ab, diesen Punkt als durchaus unvermeidlich ins Programm aufzunehmen; es soll hier nur der Wunsch ausgesprochen werden, dass es früher oder später ermöglicht werden sollte, wenigstens an einer Forststation ersten Ranges auch Autographen für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Stärke und Richtung des Windes, dann Niederschlag aufzustellen, und die Aufzeichnung derselben mit den Ergebnissen der ebendort anzustellenden physiologischen Beobachtungen über Transpiration der Bäume zusammenzuhalten.

Was die Behandlung der Instrumente, die Correctionen und Berechnungen anbelangt, so empfiehlt es sich, auch hiebei die für die Stationen der k. k. meteorologischen Centralanstalt bestehende ausführliche, mit belehrenden Abbildungen und Beispielen versehene Instruction beizubehalten, und demnach unsere Beobachter mit Exemplaren dieser Instruction

zu versehen. Eine Ergänzung zu derselben wird für forstlich-meteorologische Stationen nur betreffs einiger Specialapparate, wie insbesondere der Evaporimeter nach Ebermayer, dann der erst noch fertig zu stellenden *Ballons captifs* und Luftsauger erforderlich sein. Die Formularien zur Eintragung der Beobachtungsdaten müssen selbstverständlich mit Rücksicht auf unsere speciellen Zwecke eingerichtet werden, ohne sich jedoch mehr, als durchaus nothwendig ist, von den bereits allgemein üblichen zu entfernen.

Für die Beobachtungen der physikalisch-experimentellen sowie der pflanzen-physiologischen Gruppe dürfte eine Special-Instruction nicht erforderlich sein. Diese Beobachtungen können nur von solchen Personen angestellt werden, welche vollständig in den Sinn der oben angedeuteten Aufgaben und Forschungsmethoden eingedrungen und mit der Behandlung der betreffenden Apparate aufs Genaueste vertraut sind; solche Personen aber bedürfen detaillirter Instructionen nicht, die auch jetzt nicht einmal gegeben werden könnten, da bei der Neuheit des Gegenstandes alle Details sich erst aus der fachgemässen consequenten Verfolgung der in allgemeinen Umrissen angedeuteten Ziele ergeben müssen.

7. Personale für die Leitung.

Das Detail der hierüber von mir gemachten Vorschläge entzieht sich vorläufig der Publicität; es möge nur so viel angedeutet werden, dass für eine wissenschaftliche Leitung, durch welche die Einheitlichkeit des ganzen Forschungssystemes herzustellen und die Verwerthung der Daten zu sichern wäre, dann für Einübung und Inspicirung der Beobachter, für fortlaufende Correspondenz mit diesen, dann parallel mit den neuen Beobachtungen auch für die Bearbeitung verwendbarer älterer Daten gesorgt werden soll und dass die physiologische Arbeits-Sparte eine eigene Arbeitskraft erfordert.

Der vorstehende Entwurf sieht nun der eingehenden Beurtheilung von Seite des wissenschaftlich gebildeten forstlichen Publicums entgegen; die Aufgabe des Verfassers wird es sein, schätzbare Winke aus berufenen Kreisen dem angestrebten fachlichen Zweck gewissenhaft und vorurtheilsfrei zu Gute zu bringen.

