

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen

Klasse

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
zu München

---

Jahrgang 1952

---

München 1955

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung

## Neue Methoden der angewandten Klimatologie

Von Rudolf Geiger in München

Vorgelegt am 2. Mai 1952.

Es ist nicht allgemein bekannt, daß jeder Kulturstaat heute zwei meteorologische Beobachtungsnetze unterhalten muß. Das synoptische Netz dient den Bedürfnissen des täglichen Wetterdiensts, der Wetterberatung und der Wettervorhersage. Das klimatologische Netz registriert, erforscht und überwacht das Landesklima. Alle Versuche, aus Sparsamkeitsgründen das doppelte Beobachtungssystem zu vermeiden, scheiterten schon an der verschiedenen Beobachtungszeit. Das synoptische Netz benutzt die gesetzliche Zeit (MGT, MEZ), da die Wetterkarte streng simultane Beobachtungen erfordert. In regelmäßigen Zeitabständen treten alle Beobachter gleichzeitig zur meteorologischen Hütte, unabhängig davon, welche Tageszeit gerade in ihrem Lande ist. Das klimatologische Netz aber muß sich nach der (mittleren) Sonnenzeit richten, da sonst beispielsweise an den Landesgrenzen Klimasprünge vorgetäuscht würden, wie es Zeitsprünge im Eisenbahngrenzverkehr gibt.

Es ist auch nicht allgemein bekannt, daß das klimatologische Netz wesentlich umfangreicher ist als das synoptische. Beispielsweise gibt es im Deutschen Wetterdienst in der US-Zone gegenwärtig 50 Stationen, die synoptisch, aber 209, die klimatologisch beobachten. (Die erstgenannten 50 Stationen machen Doppeldienst.) Dazu kommen noch 1600 Stationen, die im wesentlichen bloß den Niederschlag beobachten. Das Klimanetz ist also mindestens viermal so groß, bei Anrechnung der Niederschlagsstationen sogar über 30mal so groß wie das synoptische Netz.

Der synoptische Dienst vollzieht sich in der Öffentlichkeit und ist stets aktuell. Zeitung, Fernsehsender, Rundfunk und Fernsprech-Wahlnummern verbreiten Wetterübersichten und Vorhersagen. Von ungeheurem Umfang ist der beratende Wirtschaftswetterdienst. Alles dient dem Augenblick und der Stunde. Jedoch die klimatologischen Beratungen vollziehen sich in der

Stille. Obwohl sie größtenteils in ihren Auswirkungen weiter reichen und lange Zeiträume umfassen, bleiben sie in der Öffentlichkeit unbeachtet. Selten interessiert sich ein Reporter für sie. In allen Staaten der Welt gibt es daher für den Wetterdienst meist Geld, für den Klimadienst meist kein Geld.

Bei dieser Sachlage ist heute die klassische Klimatologie als eine Grundlagenwissenschaft verwaist, sozusagen verhungert. Nach Julius von Hann-Wien, Wladimir Köppen-Hamburg, und Gustav Hellmann-Berlin ist sie nicht wieder zu ähnlicher Blüte gekommen. Das ist im Interesse einer harmonischen Entwicklung der Wissenschaften bedauerlich, aber eine übernationale Erscheinung, die in der Unrast und Angst unserer Zeit begründet ist und nicht rasch zu ändern sein wird.

Dafür hat die angewandte Klimatologie eine stürmische Entwicklung genommen. Landwirtschaft und Forstwirtschaft, Technik und Verkehr, Medizin und Biologie bedurften immer umfangreicherer und eingehenderer Klimaunterlagen für ihre wirtschaftlichen Unternehmungen und wissenschaftlichen Untersuchungen. Ihre stets steigenden Forderungen förderten diesen früher kaum hervorgetretenen Zweig der Klimatologie in ungeahnter Weise. Wenn im folgenden versucht wird, einen Überblick über diese neuzeitliche Entwicklung zu geben, so kann dies nicht besser geschehen als durch eine Betrachtung der Arbeitsmethoden der angewandten Klimatologie. In der Wechselwirkung zwischen fordernder Praxis und gebender Wissenschaft haben sich in und mit der Methodik der Forschung Aufgabenkreis und Ziele der angewandten Klimatologie gewandelt.

Wer früher klimatologische Zahlen brauchte, hatte zunächst die gedruckten Jahrbücher, notfalls die Archive der Zentralanstalten der verschiedenen Länder zur Verfügung. Sie befriedigten die ersten Bedürfnisse. Aber mit der zunehmenden Intensivierung des Wirtschaftslebens reichte das nicht mehr aus. Der erste Schritt zur Erfüllung der neuen Wünsche war eine spezialisierte Auswertung des schon vorhandenen Beobachtungsmaterials. Dieser Weg wird auch heute noch oft beschritten.

Beispielsweise erfordert das moderne Problem der künstlichen Beregnung durch ortsfeste oder bewegliche Geräte eine neue Be-

arbeitung der Niederschlagsbeobachtungen mit Rücksicht auf ihre Verteilung in den kritischen Wachstumszeiten der zu beregnenden Kulturen. Auch eine neue Bearbeitung der Extremwerte hoher Temperaturen und geringer Luftfechtigkeiten als Kennzeichen der Dürregefährdung ist dafür notwendig. Andernfalls sind brauchbare Berechnungspläne nicht aufzustellen. Oder wenn eine Eisenbahnstrecke auf elektrischen Betrieb umgestellt wird, so wird – vor allem im Bergland – die Spannweite des Oberleitungsnetzes von der zu erwartenden Windbeanspruchung abhängen. Will man zuverlässige Angaben über die Wahrscheinlichkeit dieser Beanspruchung machen, so gilt es, die nur von wenigen benachbarten Orten vorhandenen Windregistrierungen nach Stärke, Richtung und Böigkeit unter Anwendung der modernen Statistik zu bearbeiten und den örtlichen Gegebenheiten der Streckenführung anzupassen.

Eine solche vermehrte Ausnutzung des vorhandenen Beobachtungsmaterials mußte sich aber über kurz oder lang auch auf das Beobachtungsprogramm selbst auswirken. Im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten wurde es ausgebaut und erweitert. Als erstes sei ein Beispiel aus der Bioklimatologie genannt.

In München sind Ärzte, Verkehrsfachleute, Krankenhäuser usw. daran interessiert zu wissen, wann eine Föhnlage mit ihren starken Auswirkungen auf den menschlichen Organismus beobachtet wurde. Nun zeigt die Erfahrung, daß es nicht möglich ist, nachträglich aus den Registrierungen der meteorologischen Stationen der Alpen und des Alpenvorlandes eine Föhnlage mit Sicherheit zu rekonstruieren. Sinngemäß ist daher im Interesse der Bioklimatologie das Beobachtungsprogramm des Münchener Wetterdiensts dahin erweitert worden, daß zu jedem Termin die Frage Föhn oder Nichtföhn gestellt und die Antwort in einem Kalendarium niedergelegt wird.

Es ist eine alte Erfahrung, daß in unseren meteorologischen Hütten das nächtliche Temperaturminimum erheblich höher liegt als in der Nähe der ausstrahlenden Bodenoberfläche. Die Froststatistik der klimatologischen Jahrbücher kann daher nur unter Anwendung einer starken Korrektur, aber auch dann nur mit erheblicher Unsicherheit für die Beurteilung der Frostgefährdung in Landwirtschaft, Gartenbau und forstlichem Kulturbetrieb

herangezogen werden. Heute wissen wir, daß es nachts bei heiterem Wetter in 5 cm über dem Boden durchschnittlich 2–3° kälter ist als in der Hütte, aber die Differenz schwankt je nach der Wetterlage zwischen +1 und –7°. Sinngemäß wird daher heute an fast allen Stationen ein besonderes Minimumthermometer in 5 cm ausgelegt und regelmäßig mit beobachtet.

Die großartigste und besonders für die Agrarklimatologie fruchtbarste Erweiterung des Beobachtungsprogramms aber war die Errichtung des phänologischen Netzes. Jeder weiß, daß die Pflanze stark auf die langfristige Witterung reagiert. Ein kaltes Frühjahr ist durch ein spätes Austreiben gekennzeichnet, der warme Herbst durch die späte Laubverfärbung. Die wärmsten Ortslagen werden durch die ersten Schneeglöckchen gekennzeichnet. Die Pflanze hat also die Fähigkeit, über den gesamten Witterungsablauf und über alle meteorologischen Elemente: Wärme, Niederschlag, Sonnenschein, Wind usw. zu integrieren. Leider kennen wir aber das Integrationsverfahren nur sehr unvollkommen, ja, jede individuelle Pflanze hat sogar ihre eigene Mathematik. Aber trotz der Bedenken, die sich aus der großen Streubreite der Beobachtungen ergeben, stellen die Pflanzen, vor allem die nach langer Erfahrung ausgesuchten Arten, ein schätzbares klimatologisches Meßgerät dar. Wenn ein schlesischer Flüchtling heute einen Bauernhof in der Oberpfalz übernimmt und eine klimatologische Beratung für sein neues Arbeitsfeld erbittet, so findet er sich an Hand von Temperatur- und Niederschlagsreihen weniger leicht zurecht, als wenn man ihm sagen kann: Hier setzt die Feldbestellung in der Regel um den 3. Mai ein, die Apfelblüte beginnt normalerweise am 16. Mai und das Wintergetreide pflügt zwischen 2. und 5. August geerntet zu werden.

Das vorliegende Beispiel kann aber einen Schritt weiterführen. Von dem Oberpfälzer Bauernhof, um den es sich gerade handelt, liegen wahrscheinlich keine phänologischen Beobachtungen, wohl auch keine Temperatur- und Niederschlagsmessungen vor. Die Beratung des Klimatologen setzt also voraus, daß er aus den Beobachtungen der umliegenden Meßstellen einen zuverlässigen Rückschluß auf den betreffenden Ort unter Berücksichtigung seiner Höhenlage, seiner Hanglage, der Bodenverhältnisse und der Umgebung zieht. Das kann nicht immer nur vom Schreib-

tisch aus geschehen. Es werden in solchen Fällen oft örtlich und zeitlich begrenzte klimatologische Sondermessungen notwendig. Sie dienen als Grundlage für wirtschaftlich wichtigere Gutachten.

Zur Beleuchtung dieser erweiterten Tätigkeit des Klimatologen diene ein Beispiel aus einem ganz anderen Bereich der angewandten Klimatologie. Als 1936 im Rahmen der Olympischen Spiele in Deutschland die Winterwettkämpfe im bayerischen Alpenland im Raume Garmisch-Partenkirchen stattfinden sollten, erfüllten große Sorgen die Festspielleitung. Der Eibsee bei Garmisch in 972 m Höhe war für die Eiswaettkämpfe ausersehen. Aber ein ungewöhnlich warmer Herbst und Vorwinter machten es fraglich, ob der See überhaupt noch rechtzeitig vor Beginn der Spiele zufrieren würde. Die Spielleitung mußte für diesen Notfall eine Ausweichmöglichkeit ins Auge fassen und entsprechende Vorbereitungen treffen. Hierfür kamen die höher gelegenen Seen: der Lautersee, der Ferchensee und der kleine Pflgersee in Betracht. Man wünschte ein Gutachten, welches von diesen Seen bei der damals gegebenen vorwinterlichen Wetterlage zuerst und am zuverlässigsten zufrieren würde. Dies hing nicht bloß vom Großklima und der Seehöhe ab, sondern auch vom Verlauf des Bergschattens in der Zeit bis zum Spielbeginn, von den lokalen Ausstrahlungsverhältnissen, den Boden- und Schneedeckenverhältnissen der umgebenden Ufer, den hydrographischen Verhältnissen des Sees selbst und seiner Zuflüsse. Eine Antwort konnte daher nur nach eingehenden Ermittlungen der damals gegebenen Lage an Ort und Stelle gegeben werden. Der plötzliche Einbruch des heiß ersehnten Winterwetters vertrieb glücklicherweise zuletzt alle Sorgen.

Oder ein anderes Beispiel. Wenn heute ein neues Krankenhaus errichtet werden soll, so ist zunächst selbstverständlich, daß man hierfür einen klimatisch günstigen Ort auswählt, wo viel Sonne, eine mäßige Luftzirkulation, Staubfreiheit und Nebelarmut die Bemühungen des Arztes unterstützen. Die Erfahrung lehrt aber, daß bei der Wahl zwischen nahe benachbarten Grundstücken, ja selbst bei der Wahl der Baustelle innerhalb eines größeren Grundstücks die Beachtung aller örtlichen Klimafaktoren große Vorteile bringen kann. Bei Tag und bei Nacht folgt die lokale

Temperaturverteilung ganz verschiedenen Gesetzen, und beide müssen berücksichtigt werden. Das Windfeld ist in Abhängigkeit von der Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen von Platz zu Platz anders. Nebelhäufigkeit und Dichte des Luftplanktons wechseln. Auch das Gebäude selbst hat einen ortsklimasteuernden Einfluß. Heute darf es nicht mehr vorkommen wie beispielsweise bei Kliniken in Jena, daß man nachträglich bedauern muß, daß eine damals leicht ausführbare andere Platzwahl große klimatische Vorteile gebracht hätte, an die man nicht gedacht hatte. Daher werden heute auch keine großen Krankenhausbauten ohne fachliche Begutachtung errichtet. Der Gutachter aber wird mit speziellen Meßgeräten wie etwa dem Tagbogenmesser zur Prüfung der Strahlungsverhältnisse und mit einem geschulten Blick ausgerüstet mannigfache Erhebungen an Ort und Stelle, vielleicht auch Stichprobenmessungen während einer begrenzten Zeitdauer durchführen, ehe er seinen Rat mit in die Waagschale der Entscheidung legt.

Auf diese Weise spezialisierte sich die angewandte Klimatologie immer mehr, und bald bahnte sich eine neue Stufe der Entwicklung an. Sie führte sowohl beobachtungstechnisch als auch theoretisch weiter und ist gekennzeichnet durch die Einrichtung sehr engmaschiger klimatologischer Sondernetze und durch den Aufbau der Mikroklimatologie als einer Spezialwissenschaft.

Die stichprobenweisen Messungen genügten bald nicht mehr. Grundsätzlich wollte man an geeigneten Objekten wie auf einem Experimentierfeld die lokale Aufgliederung der Klimafaktoren studieren. Wilhelm Schmidt in Wien, der allzu früh verstorbene Bahnbrecher der angewandten Klimatologie, errichtete 1929 in den österreichischen Alpen um den Lunzer See ein Netz von 23 Stationen. Auf Seehöhen zwischen 610 und 1780 m verteilt, waren sie mehrere Jahre in Betrieb. Eine solche Stationsdichte war bis dahin unbekannt gewesen, aber sie wurde späterhin noch erheblich gesteigert. Es sei hier noch ein Beispiel aus der angewandten Klimatologie im Dienste der Forstwirtschaft angeführt.

Im Bayerischen Wald kommt die im Jugendalter sehr spätfrostempfindliche Buche nur in bestimmten Höhenlagen vor.

Daß ihr wegen der allgemeinen Temperaturabnahme mit der Höhe eine obere Grenze gesetzt ist, ist selbstverständlich. Aber auch die in den Tälern nachts sich sammelnde Kaltluft ertötet gerade in den untersten Lagen den Jungwuchs nach jedem kalten Frühjahr. Der Verlauf der günstigsten Zwischenzone hängt aber noch von vielen anderen Umständen ab, nämlich von der Hangrichtung, der Hangneigung, von der Bodengestalt der Umgebung, die das Windfeld steuert, von der Vegetationsbedeckung, welche die nächtlichen Kaltluftbewegungen lenkt oder hemmt, von dem Wärme- und Wasserhaushalt der gegebenen Bodenart und manch anderen Umständen. Hier wurde ein Netz von 99 Meßstellen nur an dem Bergmassiv des Hohen Arber eingerichtet und von zwei Beobachtern, die täglich den Weg vom Tal zum Gipfel und zurück machten, betreut.

Solche Beobachtungsnetze gibt es heute nicht nur in Deutschland und Österreich, sondern auch in England, in den Vereinigten Staaten, in der Schweiz, in Ungarn und anderwärts. Sie entstanden mit den wechselnden Bedürfnissen der angewandten Klimatologie und wurden dann wieder aufgegeben. Sie lieferten eine der wesentlichen Grundlagen für unsere Kenntnis des Klimawechsels von Ort zu Ort.

So entstand die Spezialwissenschaft der Mikroklimatologie, d. h. der Lehre vom Klima auf kleinstem Raume. Sie setzt an die Stelle der finanziell undurchführbaren Verdichtung des Klimanetzes die Kenntnis der Gesetze, nach denen eine gegebene Ortslage vom Großklima der benachbarten Stationen abweicht. Darüber hinaus aber schuf sie eine klimatologische Standortlehre. Alle Ökologen der botanischen wie auch der zoologischen Richtung haben daher stürmisch nach den Ergebnissen der Mikroklimatologie gegriffen. Sie liefert die Kenntnis der Lebensbedingungen von Pflanze und Tier. Die Zeit von 1930 ist vorbei, da ein englischer Biologe den Klimatologen so treffend zurufen konnte: „Ihr studiert das Klima in Eurer gut ventilierten Hütte, wo höchstens ein Ohrenhörer leben kann. Wir aber wollen wissen, was für ein Klima im Vogelnest oder in einem Rattenloch ist!“

Ein Beispiel aus der modernen ökologischen Mikroklimatologie beleuchte diese neue Methodik. In der Wüstengegend von

Salt Lake City lebt eine Kaninchenart, die kein Wasser finden kann, also das erforderliche Wasser nur mit der dürftigen Nahrung aufnehmen soll. Um diese unwahrscheinliche Feststellung nachzuprüfen, mußten die klimatischen Umweltbedingungen, insbesondere bezüglich der Feuchtigkeitsverhältnisse, genau bekannt sein. Man verfuhr so: Vor einem etwas isolierten Kaninchenbau fing man ein Tier mit einer Falle. An seinen Schwanz band man ein Registriergerät mit aufgezogenem Uhrwerk, das kleiner war als der Querschnitt des Kaninchens und einige Stunden hindurch Temperatur und Luftfeuchte aufzeichnen konnte. Das wohl etwas überraschte Tier suchte nach seiner Freilassung rasch seine schützende Behausung auf und sorgte, daß nun unter absolut natürlichen und ungestörten Bedingungen das Mikroklima seines ganzen Baus und meist auch der Umgebung zur Aufzeichnung kam. Auf diese Weise gelang der Nachweis, daß der täglich lange Aufenthalt in den Bauten mit ihrer erstaunlich hohen Luftfeuchtigkeit den Wasserhaushalt des Tieres wirklich im Gleichgewicht zu halten vermag, ohne daß es irgendwo einen Tropfen Wasser findet.

Ist bislang nur von einzelnen Fachproblemen und von Gutachten zu speziellen Zwecken die Rede gewesen, so erwächst heute dem Klimatologen eine viel umfassendere und darum auch mit hoher Verantwortung verbundene Beratungstätigkeit, die nicht aufs einzelne, sondern aufs Ganze geht. Ich will diese neueste Entwicklung zuerst durch ein extremes Beispiel aus den Vereinigten Staaten beleuchten, das ich durch eine freundliche Einladung der Johns Hopkins Universität in Baltimore persönlich zu studieren gute Gelegenheit hatte. Ich muß, um es anschaulich zu machen, etwas weiter ausholen.

Im südlichen New Jersey, rund 150 km südwärts von New York, liegt eine Ortschaft namens Seabrook. Sie besteht eigentlich nur aus einer gewaltigen Fabrikanlage, die umgeben ist von ausgedehnten Wohnsiedlungen für die Angestellten und Arbeiter. Ihren Namen Seabrook hat die Ortschaft von dem Manne, dem jetzt 71-jährigen Charles Seabrook, der dies alles schuf. Sein Vater war noch ein kleiner Farmer gewesen, der mit dem Pferdegespann sein Feld bestellte. Er aber entwickelte einen

der modernsten landwirtschaftlichen Großbetriebe der Vereinigten Staaten. Zur Fabrik gehören heute 20000 ha Land, so daß aus weitem Umkreis alles Erntegut zur Fabrik strömt. Dort wird es zu Gefriergemüse verarbeitet. 17% des ganzen US-Verbrauchs an Gefriergemüse werden dort hergestellt. Zur Zeit der Bohnenernte beispielsweise kamen, als ich dort lebte, jeden Tag 800000 Pfund Bohnen mit Lastwagen von allen Seiten heran und wurden im Tag-und-Nacht-Betrieb in 24 Stunden verarbeitet. Als ich Seabrook verließ, wurde gerade die Maschine, die zwei Bohnenpakete je Sekunde fertig verpacken konnte und der ich oft bei ihrer Arbeit zugeschaut hatte, durch eine neue, auch dort bewunderte Maschine ersetzt, die fünf Pakete je Sekunde zu erledigen vermochte. Jede einzelne Bohne aber lief durch einen Spektralapparat, der sie nach ihrer mehr frischgrünen oder gelben Oberflächenfarbe automatisch sortierte.

Für den europäischen Betrachter erscheint der dortige Betrieb als eine seltsame Mischung einer höchst extensiven und zugleich höchst intensiven Arbeitsweise. Extensiv war er zunächst hinsichtlich des Raumes. Jede Ackerfläche war von breiten unbebauten Streifen Landes umgeben, die zum bequemen Wenden der Traktoren in dem voll mechanisierten Betrieb dienten. Das Land als Ganzes trug etwa auf 25% der Gesamtfläche die sogenannten „Woods“. Diese stellen ehemalige Wälder dar, aus denen alles Wertholz herausgeschlagen ist, und die – sich selbst überlassen – einen sekundären Urwald bilden, der normalerweise nur von den Kindern der japanischen Arbeiter betreten wird. Extensiv ist aber auch das Verfahren bei der Ernte. Nur der volltragende Acker wird geerntet. Wenn einmal durch ein Mißgeschick merkliche Schäden entstanden sind, lohnt sich die Erntearbeit nicht mehr und die Motorpflüge bringen alles als Dünger in den Boden. Die Straßen sind gesäumt vom jeweiligen Erntegut, das von den hochaufgeladenen Lastwagen in engen Kurven oder beim scharfen Bremsen abrutscht. Niemand kümmert sich darum als die Scharen Vögel, die aus den Buschwäldern herbeikommen. Unter den reichbehängenen Obstbäumen breitet sich der farbige Teppich des Fallobstes, das niemand aufhebt.

Aber eben dieser Betrieb ist zugleich im höchsten Maße intensiv. Die geographische Breite, die südlicher ist als diejenige von Neapel, und die Nähe des Atlantik in Ost und Süd und des meerbuchtgleichen Unterlaufs des Delaware im Westen schenken dem Lande Wärme, Feuchtigkeit und Wasser im Überfluß. Drei Ernten pflegt der fruchtbare Boden zu tragen. Nach sorgfältigster Bodenvorbereitung und Düngung wird der aufgehenden Maschinensaat die eingehendste Pflege zuteil. Die Felder sind zumeist mit einer festen Beregnungsanlage versehen, die so hoch gestellt ist, daß alle genormten Maschinen eben darunter wegfahren können; der Rest der Äcker wird durch bewegliche Anlagen bedient. Die Beregnung setzt bereits ein, wenn das Feld nicht mehr die zum Wachstum optimalen natürlichen Niederschläge empfängt, also lange bevor die Pflanzen die geringsten Trockenschäden erkennen lassen. Entomologen überwachen täglich die Felder. Sie setzen sofort den privaten Flugzeugpark der Fabrik in Bewegung, um Schädlinge zu bekämpfen, die in dem wunderbaren Klima ebenso gut gedeihen wie die Ernte. Aus Kleinflugzeugen und modernsten Helikoptern, die 2 m über den Beregnungsanlagen umherschweben, wird die Bestäubung durchgeführt. In dem Vierteljahr meines dortigen Aufenthalts verging kaum ein Abend, da man nicht in der ruhig werdenden Atmosphäre irgendwo die im letzten Sonnenschein glänzenden Schleier der Giftstaubwolken sehen konnte. Daß überdies ein Stab von Pflanzenpathologen, Bodenchemikern, Grundwasserfachleuten u. a. überall seine prüfenden Augen hatte, war selbstverständlich.

In diesem Betrieb kam dem „Klima-Laboratorium“ eine bedeutende Rolle zu. Es war geschaffen worden und wird geleitet von Dr. C. W. Thornthwaite, der zugleich Professor an der Johns Hopkins Universität in Baltimore ist. Er hatte nicht nur einen Mitarbeiterstab, der für die Fabrik arbeitete, sondern auch einen Kreis älterer Universitätsstudenten, die beste Studiengelegenheit in angewandter Klimatologie fanden. Das Laboratorium bietet ein schönes Beispiel für jene enge Verbindung von Wissenschaft und Wirtschaft, die eine Eigenart des amerikanischen Lebens darstellt, von der wir in Deutschland nur lernen können.

Die Mitarbeit des Klimatologen ergab sich aus dem Zwange, in dem Großbetrieb eine möglichst gleichmäßige Anlieferung des Erntegutes während der halbjährigen Erntezeit zu erreichen. Die Zeit, die für eine bestimmte Pflanzenart zwischen Saat und Ernte verstreicht, hängt unter sonst gleichen Bedingungen von der Jahreszeit, von der Ortslage und dem jeweiligen Wetter ab. Ein früh gesäter Mais braucht längere Zeit zur Entwicklung als ein spät gesäter. In warmen Ortslagen geht das Wachstum rascher vor sich als in kühlen. Von der klimatischen Seite her läßt sich durch Variation dieser Faktoren und der Pflanzenarten schon der Anbauplan vielfältig gestalten. Dazu tritt noch eine gewisse Reguliermöglichkeit durch die künstliche Beregnung. Dr. Thornthwaite studierte zunächst auf Versuchsfeldern durch wöchentliche Neu-Aussaat aller in Betracht gezogenen Pflanzen den Einfluß von Jahreszeit und Witterung auf die Wachstumszeit. Das Mikroklima der Felder lernte er durch 50 Spezialstationen kennen. Die recht komplizierten Zusammenhänge machte er in Tabellen und mittels neugefertigter Rechenschieber zur raschen Handhabung für die Praxis greifbar.

So wagte es schließlich die Fabrik – es war wohl 1949 zum ersten Mal – ihm den ganzen Anbau-Zeitplan zu übertragen. In Ausübung dieser verantwortlichen Aufgabe entwickelte er weitere neue Methoden zur Überwachung des Bodenwasserhaushalts und zur Ausnutzung der Pflanzen selbst als Anzeiger der Witterungsreaktion. Der Erfolg übertraf alle Erwartungen. Der Gewinn des Betriebes durch die wirtschaftliche, weil gleichmäßige Ausnutzung aller Arbeitskräfte und Maschinen kam selbstverständlich auch den weiteren wissenschaftlichen Arbeiten des Klimalaboratoriums zugute.

Hier liegt ein Beispiel dafür vor, daß dem Klimatologen geradezu eine Schlüsselstellung in einem großen Wirtschaftsbetrieb zukommt. Es braucht kaum gesagt zu werden, daß eine unmittelbare Übertragung auf deutsche Verhältnisse ausgeschlossen ist. Aber es mehren sich auch bei uns die Fälle, daß der Verantwortungsbereich des beratenden Klimatologen ins Ungeheure wächst.

Je mehr Raumnot und wirtschaftlicher Druck uns zwingen, alle Einzelbetätigung der freien Wirtschaft und des Staates

in den Rahmen eines großen Planes einzuordnen, desto sorgsamer und gründlicher müssen alle Einflußfaktoren geprüft und berücksichtigt werden. Im Bereiche der Städteplanung, der Wasserwirtschaft, der Windschutzfrage, der künstlichen Beregnung, ganz allgemein: der Landesplanung steht dadurch die angewandte Klimatologie vor ganz neuen Aufgaben. Einige Beispiele werden dies sofort deutlich machen.

Die Anlage und Bauweise einer Stadt beeinflußt deren Ortsklima weitgehend. Lichtgenuß, Belüftung und Staubplage hängen davon ab. Niemand wird das bei den Wiederaufbauplänen außer acht lassen. Im Kampf um den Rohstoff Wasser ist es eine brennende Frage geworden, welche Mindestfläche des Landes mit Wäldern bestockt sein muß, damit deren wasserregulierende Eigenschaften die Wasserwirtschaft des Landes auf die Dauer gesund erhalten. Ob und in welchem Ausmaße man in bestimmten Gebieten sogenannte Wasserschutzwälder (Bannwälder, wie der Schweizer sagt) errichten muß, ist zu entscheiden. Für die Wasserzuteilung für die künstliche Beregnung muß man wissen, welcher Teil des verregneten Wassers auf dem Umweg über den Boden dem gesamten Wasserkreislauf erneut zur Verfügung steht, welcher Teil aber von der Pflanze ausgenützt wird oder durch Verdunstung verlorengeht. Die künstliche Windschutzfrage ist – schon allein vom meteorologischen Standpunkt aus betrachtet – keineswegs nur ein aerodynamisches Problem, sondern in hohem Maße mit dem Mikroklima des zu schützenden Gebietes verknüpft. In allen diesen Gegenwartsfragen finden sich die Probleme der angewandten Klimatologie hineingeflochten in die Probleme vieler angrenzender Wissenschaften und zahlreicher, kaum noch zu überschauender Wirtschaftsbeziehungen. Die Entscheidungen, zu denen die Notlage drängt, werden auch für den bestgeschulten Fachwissenschaftler immer schwieriger, während die Auswirkung der getroffenen Entscheidungen räumlich und zeitlich erschreckend groß ist. Wie der Klimatologe dieser ungeheuren Verantwortung gerecht wird, steht als große Frage vor uns. Ihre Beantwortung geht nicht nur den Fachwissenschaftler an, sondern hat auch erhebliche Rückwirkungen für das öffentliche Leben.

Selbstverständlich wird man zunächst alles tun, um die fachlichen Unterlagen für solche Entscheidungen bereitzustellen. Einen guten Schritt vorwärts in dieser Richtung bedeutet die erstmals 1948 versuchte Mikroklimakartierung. Der Grundgedanke ist hierbei folgender: Wer sich über die geologischen oder bodenkundlichen Verhältnisse einer bestimmten Gegend unterrichten will, benutzt die geologische Karte bzw. die Bodenkarte. Für Planungsarbeiten, die das örtliche Klima berücksichtigen müssen, will man ebenso Mikroklimakarten schaffen. Die ersten Unternehmen dieser Art wurden von K. Knoch angeregt, die Methodik vor allem von F. Schnelle ausgebaut. Man benutzt heute ein kombiniertes Verfahren: Außer den statistisch-klimatologischen und theoretischen Grundlagen verschafft man sich durch Meßfahrten Beobachtungsreihen in besonders kritischen Zeiten (Vegetationsbeginn, Spätfrostlage, Dürrezeit) und von denjenigen Landschaftsteilen, die am schwersten mikroklimatologisch zu beurteilen sind. Dazu kommen phänologische Spezialaufnahmen und die Auswertung der früher eingetretenen Wetter- und Klimaschäden. Wie jeder Spezialkarte liegen also auch dieser Karte besondere Geländeaufnahmen zugrunde.

Die Mikroklimakartierung kämpft mit ungewöhnlichen Schwierigkeiten. Das geologische Bild einer Landschaft ändert sich nicht; die Bodenverhältnisse sind einem nur langsamen Wechsel unterworfen. Aber schon ein größerer Kahlschlag im Wald oder der Bau eines Bahndamms ändert das Mikroklima der nächsten und oft sogar weiteren Umgebung. Zu dieser Unbeständigkeit kommen die Schwierigkeiten der Darstellungsweise, welche die Mikroklimakartierung mit jeder Großklimakartierung teilt. Entweder basiert die Darstellung auf dem streng objektiven Beobachtungsmaterial, das dann in Serien von Karten der Einzelemente gezeichnet werden muß (Temperatur-, Wind-, Sonnenschein-, Gewitterhäufigkeitskarten usw.), oder man kartiert auf ein Blatt Klimatypen, wobei alles an der mehr oder weniger subjektiven Klimatypenklassifikation hängt.

Die bisher vorliegenden Mikroklimakartierungen sind daher auch keine allgemeinen, d. h. für jedermann zu jedem Zweck benutzbaren Kartierungen, wie es etwa geologische Karten sind.

Sie sind vielmehr mit einer bestimmten Zielsetzung gefertigt. N. Weger kartierte das Geisenheimer Gelände mit Rücksicht auf die klimatische Eignung für den Weinbau, W. Schüepp das Davoser Tal im Blick auf die Frostgefährdung des Kartoffelanbaus, F. Schnelle mehrere Odenwaldtäler als klimatische Grundlage für die Erweiterung des Obstanbaus. Solche Spezialkarten erfreuen sich großer Beliebtheit bei den Praktikern. Sicherlich werden sie in steigendem Maße Verwendung finden, soweit es die schwierige Mittelbeschaffung und der Mangel an geschulten Fachkräften erlaubt.

Aber auch diese erfreuliche Neuerung stellt doch nur eine Teillösung des oben aufgeworfenen allgemeinen Problems dar. In den meisten Fällen kann und darf der Vertreter der angewandten Klimatologie den schweren Entscheidungen nicht ausweichen, obwohl er über keine ausreichenden Unterlagen verfügt. Er befindet sich dann in ähnlicher Lage wie der Arzt am Bett des Schwerkranken, dessen wahrer Zustand nur teilweise erkennbar ist und bei dem doch zu entscheiden ist, ob er operiert werden muß oder nicht. Der Patient des Klimatologen ist das in Übervölkerung und Überkultur krank gewordene Land. In dieser Notlage verschiebt sich beim Klimatologen wie beim Arzt das Schwergewicht der Entscheidung von der rein fachlichen auf die persönliche Seite.

Das oben geschilderte Beispiel von Seabrook kann Lage und Lösung schon gut beleuchten. Der Leiter des dortigen Großunternehmens hätte die Anbauplanung dem Klimatologen sicherlich nicht deshalb anvertraut, weil er seine Universitätsprüfungen mit Auszeichnung bestand. Selbst hervorragende fachliche Leistungen hätten dafür nicht genügt. Voraussetzung war vielmehr die Herstellung eines gegenseitigen persönlichen Vertrauens, das ebenso im Charakter wie in den Fachleistungen begründet war und sich im Laufe der Zusammenarbeit entwickelt hatte.

Es ist viel gewonnen, wenn diejenigen Stellen, die heute eine verantwortungsschwere Planungsberatung auf dem Gebiete der angewandten Klimatologie nötig haben, bewußt nicht nur die fachliche, sondern mit gleichem Ernste auch die charakterliche Eignung des Beraters suchen. Nur bei dieser Haltung werden

zwei schwere Fehlgriffe vermieden, die sich fast wie eine Krankheit unserer persönlichkeithungrigen und persönlichkeitsarmen Zeit auszubreiten scheinen. Entweder schaltet man den Fachmann aus, weil er zu viele Bedenken vorbringt und mehr hindert als fördert. Das geschah im Dritten Reich mit schrecklichem Erfolg. Aber auch heute werden die größten Projekte über Trockenlegung von Meeren und Bewässerung von Wüsten vorgelegt, ohne daß die klimatologischen Grundlagen nüchtern durchgeprüft sind, wenigstens in dem bescheidenen Ausmaße, in dem das gegenwärtig überhaupt möglich ist.

Oder man begeht den anderen Fehlgriff, daß man nur das Fachwissen und nicht den ganzen Menschen sucht. Es gibt stets genug Spezialisten, die nicht allzusehr mit Verantwortung belastet sind und sich gerne eingeschaltet sehen. Die vergangene Geschichte der „Landesplanung“ enthält manche Beispiele dafür. Was aber benötigt wird, sind Männer, welche die Kraft und das innere Gleichmaß in sich tragen, daß das Fachwissen sie nicht überheblich macht. Im Bewußtsein der bescheidenen Grenzen, die der heutige Stand der angewandten Klimatologie ihnen noch steckt, müssen sie sich hinhörend dem Gesamtplan einfügen. Sie müssen allezeit bereit sein, verantwortungsfreudig klaren Rat zu geben und dienend zu helfen, aber auch stets bereit, zurückzutreten, wo die Grundlagen unsicher werden oder die fachlichen Gesichtspunkte ihr Gewicht verlieren.

Unsere Betrachtungen über die Entwicklung der Methodik in der angewandten Klimatologie haben uns somit zwangsläufig zu den Grundfragen des menschlichen Lebens geführt. Das darf uns aber nicht wundern. Blickt man auf die geschichtliche Entwicklung irgendeiner naturwissenschaftlichen Disziplin zurück, so erscheint sie als die Geschichte von Persönlichkeiten, die am gleichen Ziele arbeiteten und wie die Einzelglieder einer Kette miteinander verbunden sind. In jedem Zeitpunkt war die Person als Träger der geschichtlichen Entwicklung das Wichtigste. Heute ist es auch nicht anders.

## Literaturhinweise

- Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. 3. Aufl. Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1950.
- , Der künstliche Windschutz als meteorologisches Problem. *Erdkunde* 5 (1951) 106–114.
- , M. Woelfle und L. Ph. Seip, Höhenlage und Spätfrostgefährdung (7 Teile). *Forstwissenschaftl. Centralblatt* 55 (1933) 579–592, 737–746; 56 (1934) 141–151, 221–230, 253–260, 357–364, 465–484.
- Knoch, K., Die Geländeklimatologie, ein wichtiger Zweig der angewandten Klimatologie. *Berichte zur deutschen Landeskunde* 7 (1949) 115–123.
- , Plan einer Landesklimaaufnahme. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone* 32 (1952) 106–108.
- Landsberg, H. E. und W. C. Jacobs, *Applied Climatology, Comp. of Meteorology* (American Met. Society) 976–992 (1952).
- Schmidt, Wilhelm, Bioklimatische Untersuchungen im Lunzer Gebiet. *Naturwissenschaften* 17 (1929) 176–179.
- Schnelle, F., Kleinklimatische Geländeaufnahme am Beispiel der Frostschäden im Obstbau. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone* 12 (1950) 99–104.
- , Einführung in die Probleme der Agrarmeteorologie. Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1948.
- , Studien zur Phänologie Mitteleuropas. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone* 2 (1948).
- Schüepf, W., Frostverteilung und Kartoffelanbau in den Alpen auf Grund von Untersuchungen in der Landschaft Davos. *Schweizer Landwirtschaftl. Monatshefte* 1948 S. 57–59.
- Thornthwaite, C. W., *Micrometeorology of the surface layer of the atmosphere* (Interim Rep.) Nr. 1–16, The Johns Hopkins Univ., Laboratory of climatology, Seabrook, N. J., 1948–1951 (fortlaufende Vierteljahresberichte).
- Weger, N., Die vorläufigen Ergebnisse der bei Geisenheim begonnenen kleinklimatischen Geländeaufnahme. *Met. Rundschau* 1 (1948) 422–423.