

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER ENTWICKLUNG DER GESELLSCHAFT UND DER METEOROLOGISCHEN FORSCHUNG

Von

B. BÉLL

METEOROLOGISCHER DIENST DER UVR BUDAPEST

In der Arbeit werden die in den angewandten Gebieten der Meteorologie, in der Agrarmeteorologie, Hydrometeorologie, Medizinmeteorologie, Flugmeteorologie, und in den Spezialaufgaben der Wettervorhersage entstandenen hauptsächlichlichen Forschungsrichtungen und ihre Bedeutung für die Gesellschaft einer Analyse unterzogen. Der Verfasser betont die Bedeutung der in der bodennahen Luftschicht vor sich gehenden Prozesse in der Geodäsie, in der Fortpflanzung der Radio-Ultrakurzwellen, und in den Forschungen zum Thema »Der Mensch und seine Umwelt«, und beweist, daß die von Seiten der Gesellschaft auftauchenden Anforderungen sich befruchtend auf die Entwicklung der Grundforschungen auswirken und zugleich auch eine materielle Grundlage für die Entwicklung der angewandten Wissenschaftszweige beschaffen.

Bei der Erforschung des Zusammenhanges zwischen der meteorologischen Forschung und der Entwicklung der Gesellschaft kann aus den materiellen Lebensbedingungen der Gesellschaft ausgegangen werden. Eine unter ihnen ist die Umwelt, die sich mit ihren Gegebenheiten: ihren Energiequellen und schädlichen Effekten auf die Entwicklung der Gesellschaft einerseits förderlich, andererseits aber schädlich auswirkt. Eine Gruppe der positiven Faktoren der uns umgebenden Natur bilden die klimatischen Gegebenheiten als Energiequellen, in der Gruppe der negativen Faktoren sind die Wetterschäden die bedeutendsten.

In der Ausgestaltung einer anderen Lebensbedingung der Gesellschaft, in der Siedlung und der damit verbundenen Bevölkerungsdichte war und ist die Günstigkeit oder Ungünstigkeit des Klimas offensichtlich seit jeher von entscheidender Bedeutung. In unserem Jahrhundert wird die Erschliessung der klimatischen Energiequellen und der Charakteristiken der Witterung im Zusammenhang mit der Entwicklung der Landwirtschaft, der Industrie und des Verkehrs einerseits von den wirtschaftlichen Zielsetzungen der Produktion, und andererseits von den sozialen Aufgaben des Gesundheitswesens in immer wachsendem Maße beansprucht.

Unter klimatischen Energiequellen verstehen wir nicht nur die unmittelbaren Energien des Windes, der Sonne usw., sondern auch jene klimatischen Gegebenheiten, die auf indirekte Weise, also durch die wissenschaftliche Forschung und die Anwendung ihrer Resultate, also durch die menschliche Arbeit aktivisiert werden können. Ihre Anwendung ermöglicht einen ökonomischen

Pflanzenanbau, eine planmäßige Wasserwirtschaft, eine gesunde Siedlungspolitik für Stadt und Industrie, die Entwicklung von Heil- und Kurorten, d. h. also die optimale Verwertung der uns umgebenden Natur für die Zwecke der Gesellschaft.

Von der im Großbetriebsmaßstabe getriebenen Landwirtschaft werden, in Kenntnis der klimatischen Bedingungen und des Witterungsanspruches der Pflanzen, die wertvollsten Pflanzen offensichtlich dort angebaut, wo außer den günstigen Bedingungen des Bodens vom Klima auch die Sonnenstrahlung, die Wärme und Wasser im entsprechenden biologischen Rhythmus am ökonomischsten gesichert werden.

Die Erkenntnis, wonach von den Pflanzen das Licht, die Wärme und das Wasser in ihren einzelnen, phänologisch klar abgrenzbaren Etappen in verschiedenem Maße beansprucht wird, lieferte die Grundlage zur modernen Agrarmeteorologie. Die ungarischen Forschungen sind auf die Feststellung des Witterungsbedarfes der Kulturpflanzen und auf die Abgrenzung ihrer kritischen Perioden gerichtet, und mit der Bearbeitung der klimatischen Angabenreihen werden jene Wahrscheinlichkeitsgrenzwerte hergestellt, innerhalb deren von unseren klimatischen Gebieten der ökonomische Anbau von bestimmten Pflanzen gesichert wird.

Die Forschungen bezüglich des Wasserbedarfes der Kulturpflanzen helfen uns bei der Erarbeitung von Plänen der Bewässerungswirtschaft, und auch darin, daß das zu diesem Zwecke aufgespeicherte Wasser nur dort und in dem Maße verwendet wird, wo es die Pflanze am meisten beansprucht (ANTAL, 1968).

Diese pflanzenzentrierte Betrachtungsweise der Faktoren des Wetters und Klimas brachte eine grundlegende Änderung in der altbewährten Zusammenarbeit von Landwirtschaft und Meteorologie, und außer der Angabenerlieferung führte sie zur Ausbildung einer in der Pflanzenbauforschung und den bezüglichen Experimenten sich in einer aktiven Weise betätigenden *Agrarmeteorologie*.

Der entscheidende Faktor der Landwirtschaft, der Industrie und des Gesundheitswesens ist die nach Qualität und Quantität entsprechende Wasserversorgung. Eine Charakteristik des Klimas von Ungarn ist — infolge der beckenartigen Gestaltung und abwechslungsreichen Witterung des Landes — der sich launenhaft ändernde Reichtum und Mangel an Niederschlagswasser, die Binnengewässer, die Hochwassergefahr und die Dürre (PÉCZELY, 1971). Von dem zu untersuchenden Grundphänomen: dem Wasserkreislaufe werden die Wissenschaftsgebiete der Meteorologie und der Hydrologie verbunden, und ihre gemeinsamen Aufgaben führten zur Ausbildung der praktische Ziele befolgenden *Hydrometeorologie*.

In der mit der Erdoberfläche in Verbindung stehenden, verhältnismäßig dünnen Grenzschicht gehen die wichtigsten und verschiedensten Er-

scheinungen der atmosphärischen Energetik vor sich (Eintritt des Wassers in die Atmosphäre, Wärmeaustausch zwischen der Erdoberfläche und der Atmosphäre, die von der Reibung der Oberfläche hervorgerufene turbulente Luftbewegung, der Transport der vom Boden stammenden Luftverunreinigung in die höheren Luftschichten usw.). Der hier herrschende Zustand der Atmosphäre kann einen Einfluß auf die Fortpflanzung der Radio-Ultrakurzwellen, sowie auf den Weg der Lichtstrahlen ausüben. Die Erforschung dieses Gebietes bringt die Meteorologie mit der Radiotelekkommunikation in Verbindung und ist auch mit geodätischen Messungen verbunden.

In dieser sogenannten planetaren Grenzschicht vermehren sich die Wechselwirkungen zwischen der festen Erde, der Hydrosphäre und der Atmosphäre. Diese Grenzzone ist in anderer Hinsicht der Lebensraum des Menschen und der Pflanzenwelt, die sogenannte Biosphäre, sie ist der, in ihrer Varietät komplizierte und reiche Schauplatz des »Menschen und der Umwelt«, des allgemeinen sozialen und naturwissenschaftlichen Themas unseres Jahrhunderts. Hier sind im Laufe der geologischen Epochen jene Gaskomponenten in die Atmosphäre eingetreten, die im Laufe der intensiven vulkanischen Tätigkeit, im Zusammenhang mit den Subduktionsprozessen der Lithosphäre eingetretenen großen tektonischen Änderungen freigeworden sind (SZÁDECZKY-KARDOSS, 1971).

Die in der Zusammensetzung der Luft vor sich gehenden Änderungen waren und können wichtige Quellen von tiefgehenden Klimaänderungen werden (BUDYKO, 1972), und üben also auch einen großen Einfluß auf die Lebensprozesse der Biosphäre aus. Die planetare Grenzschicht verbindet demnach die einzelnen Wissenschaftsgebiete der *Geonomie*, darüber hinausgehend ist sie aber infolge ihres Zusammenhanges mit der Biosphäre auch ein sehr bemerkenswertes Gebiet der Wechselwirkung zwischen Natur und der Gesellschaft.

Der Mensch kann diese verhältnismäßig enge Umgebung mit seiner Tätigkeit vom Aspekte der Gesellschaft gesehen günstig, aber auch schädlich beeinflussen. Auf eine günstige Umgestaltung des Lebensraumes der Pflanzen sind zum Beispiel jene ungarischen Forschungen abgezielt (BERÉNYI, 1958), die die Beeinflussung des Bestandsklimas der Pflanzen sowie der Wasserwirtschaft des Bodens mit Hilfe der Agrotechnik festgestellt haben. Als ein anderes Beispiel könnte die industrielle, radioaktive usw. Verunreinigung der Luft erwähnt werden, die nicht bloß unsere Biosphäre belastet, sondern im Falle ihrer, im gegenwärtigen Tempo vorgehenden Fortschreitung zu ganz unvoresehenen Veränderungen des Klimas der Erde führen kann (BUDYKO, 1972).

Die auf die Luftreinheit abgezielten ungarischen Forschungen bieten mit den Untersuchungen der Diffusion der Gase der Atmosphäre (SZEPESI, 1967) ihrer infolge der Witterung hervorgerufenen Umgestaltung (MÓRIK, 1970) eine bereits unerläßliche Hilfe zur Planung von Industrieanlagen. Hierher können auch die Stadtklimaforschungen (RÉTHLY, 1947; BACSÓ, 1958; KÉRI, 1965;

PROBÁLD, 1971) und im kleineren Maßstabe die Forschung des Mikroklimas der zielbewußt zu gestaltenden Arbeitsstellen (PÁTER, 1960; PREDMERSZKY, 1955; WAGNER, 1959) zugezählt werden.

Ebenfalls der wetterempfindliche Mensch wird im Mittelpunkt der Forschungen von der *Medizinmeteorologie* gestellt. Ein Gebiet dieser Fachwissenschaft umfaßt die Untersuchungen der klimatischen Faktoren der Heil- und Kurorte, ein anderes befaßt sich mit jenen, bisher nur in einer ungenügenden Weise geklärten Zusammenhängen, die zwischen dem Nervensystem, den verschiedenen biologischen Funktionen des menschlichen Organismus einerseits, und den Witterungsänderungen, sowie den diese Veränderungen begleitenden oder ihnen vorhergehenden Störungen des elektrischen und magnetischen Feldes der Erde andererseits, zweifellos bestehen (KÉRDŐ, 1960; ÖRMÉNYI, 1968.)

Der zwischen der meteorologischen Forschung und der Entwicklung der Gesellschaft sich notwendigerweise ausgebildete Zusammenhang ist nicht einseitig, sondern gegenseitig. Die die Wissenschaft fördernde, positive Rolle der Gesellschaft möchte ich in der Aerologie und in der Wettervorhersage nachweisen.

Am Anfang des Jahrhunderts hatten die wissenschaftlichen Luftfahrten und die mit Ballonsonden ausgeführte aerologische Forschung den Charakter einer typischen Grundforschung. Die mit bescheidenen Mitteln ausgeführte Forschung war jedoch im Stande dem in den zwanziger und dreißiger Jahren beginnenden Luftfahrt wertvolle Grunderkenntnisse zu liefern, und entwickelte sich sodann zur wichtigsten Basis der in rascher Entwicklung begriffenen *Flugmeteorologie*.

Die grundlegenden Resultate der aus den anfänglichen Resultaten der Aerologie sich abzweigenden Physik und Chemie der Atmosphäre liessen der Menschheit die etwas noch ferneren Möglichkeiten der künstlichen Beeinflussung des Niederschlages und die bereits näher liegenden Möglichkeiten des Hagelabwehrens vorschweben (WIRTH, 1967) und gestalteten sich mit der Untersuchung der atmosphärischen Gase und des Aerosols zu einer meteorologischen Basis des für die Luftreinheit geführten Kampfes (MÉSZÁROS, 1970). Die finanzielle Zurückströmung des zu erwartenden wirtschaftlichen Nutzens ermöglicht dagegen die Erweiterung der Forschungen mit kostspieligen Einrichtungen (Radar, Flugzeuge, Radiosonden, Raketen usw.).

Die Zahl der am Anfang bloß den Zielen der Grundforschung dienenden Ballonmessungen stieg in Ungarn, infolge des Anstieges der Luftfahrt und der vielseitigen Anwendung — mit moderneren Mitteln — von jährlich 24 Aufstiegen auf 2500 Aufstiege, also auf mehr als das Hundertfache an. Dies ermöglichte die Anwendung der Aerologie in der Wettervorhersage (BÉLL, 1942).

Die Grundwissenschaften der Wettervorhersage sind die Dynamik der Atmosphäre und die Thermodynamik. Ihre Methoden sind die dreidimensionale Darstellung des Zustandes der Atmosphäre und die Verfolgung der Ent-

wicklungsprozesse, zu deren exakteren Gestaltung die die aero- und hydrodynamischen Gleichungen verwendende numerische Prognostik berufen ist (AMBRÓZY, 1964).

Die auf der Stufe der Grundwissenschaft erfolgende Entwicklung der Vorhersage, und auch deren finanzielle Grundlage wird von der weitverzweigten gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Verwendung der Vorhersagen gesichert (BODOLAI, 1971).

Nach einer, vom Zentralinstitut für Vorhersage ausgeführten Vermessung (KOPPÁNY, 1969) werden die halbmonatlichen Wettervorhersagen in Ungarn von etwa 1000 Abonnenten beansprucht. Unter ihnen stehen an erster Stelle die landwirtschaftlichen und industriellen Unternehmungen, es sind aber auch die Vertreter des Handels, des Transportes, der Wasserwirtschaft, der Banken, Hotels und der Sport vorzufinden. Außer der 24-stündigen allgemeinen Prognose (Radio, Television, Zeitungen) bitten und erhalten systematisch zahlreiche Institutionen, Unternehmungen und Betriebe Spezialprognosen über: Hochwassergefahr, bedeutende Schneefälle, Schneegestöber (Verkehr, Zustand der Strassen), Windstürme (hohe Kräne, Bauten), über Blitzgefahr (Explosionsgefahr bei Betrieben), Frostgefahr (landwirtschaftliche Betriebe, Transport von frostempfindlichen Materialien), plötzlich auftretende Gewitter (Freilichtbühnen, Hotels, Sommerwirthäuser). Der Informations- und Prognosendienst zur Zeit der Hochwassergefahr, sowie der Sturmwarnungsdienst am Balatonsee sind besonders hervorzuheben, die im vergangenen Jahrzehnt zur Rettung von zahlreichen Menschenleben führten und durch welche auch in der Erforschung der gefährlichen Wetterlagen wertvolle Ergebnisse aufgewiesen werden können (GÖTZ, 1964). Der mit der Verwendung der modernen Vorhersagen erzielte gesellschaftliche und wirtschaftliche Nutzen ermöglicht die Weiterentwicklung des meteorologischen Dienstes, die Automatisierung der Beobachtungen, die Mechanisierung der Datenverarbeitung, die Anwendung von Rechenmaschinen höchster Kapazität sowohl auf dem Gebiete der Vorhersage, als auch im Informationsdienste.

Von den Erfahrungen der vergangenen letzten Jahrzehnte wird es auch numerisch bewiesen, daß die Verwertung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Resultate der meteorologischen Forschungen den Kreis der Verbraucher immer mehr erweitert und immer neuere Anforderungen an die Forschung stellt. Zur selben Zeit beschafft sie auch eine materielle Basis der Wissenschaft und befähigt sie zur Befriedigung der immer steigenden Anforderungen.

Dieser Entwicklungsprozess geht in seiner Wechselwirkung immer schneller vor sich und bildet einen organischen Teil der wissenschaftlichen und technischen Revolution unserer Zeit. Durch ihre Regelung kann die richtige und den Zielen der Entwicklung der Gesellschaft dienende Proportion der Forschung und der Leistungen gesichert werden. Außerdem ist auch für die der Entwicklung harmonisch dienende Verteilung der von Seiten der Gesell-

schaft reichlich zurückströmenden materiellen Gegenleistung in die Kanäle der Grundforschungen und der angewandten Forschungen zu sorgen. Beide bilden eine verantwortungsvolle und die Prognose der wissenschaftlichen Entwicklung in erster Linie beanspruchende Aufgabe.

LITERATUR

- AMBRÓZSY, P.: Az időjárás dinamikus előrejelzésének alapjai. (Die Grundlagen der dynamischen Wettervorhersage.) OMI Hiv. Kiadv., **XXXI**, 1—228, 1964.
- ANTAL, E.: Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. (Die Prognose der Bewässerung auf der Grundlage von meteorologischen Angaben.) Kand. Diss. Budapest, 1—147, 1968.
- BACSÓ, N.: Budapest és környékének éghajlata. (Das Klima von Budapest und Umgebung.) PÉCSI M. Red. Budapest természeti képe. 353—418, 1958.
- BERÉNYI, D.: MTA Agrártud. Oszt. Közl., **14**, 155—193, 1958.
- BÉLL, B.: Időjárás, **46**, 19—31, 1942.
- BODOLAI, I.: Geonómia és Bányászat. MTA Föld- és Bányászati Tud. Oszt. Közl., **4**, 167—172, 1971.
- BUDYKO, M. I.: Időjárás, **76**, 9—18, 1972.
- GÖTZ, G.: Sturmwarnung am Balatonsee. OMI Hiv. Kiadv., **XXX**, 1—154, 1964.
- KÉRDŐ, I.: Reumatológia, Balneológia, Allergológia, **1**, 123—127, 1960.
- KÉRI, M.: Időjárás, **69**, 265—270, 1965.
- MÉSZÁROS, E.: Időjárás, **74**, 539—546, 1970.
- MÓRIK, J.: Időjárás, **74**, 368—375, 1970.
- ÖRMÉNYI, I.: Magyar Balneolog. Társ. Évk., Budapest, 54—80, 1968.
- PÁTER, J.: Munkahelyklíma különös tekintettel a nehézipari üzemekre. (Betriebsklima mit besonderer Hinsicht auf die Betriebe der Schwerindustrie.) Az ipari meteorológia kérdései. MMT. Budapest, 76—81, 1960.
- PÉCZELY, GY.: A felszíni vízbevitel rendszere a Duna felső és középső vízgyűjtőjén. (System der Oberflächenwassereinnahme im oberen und mittleren Einzugsgebiet der Donau.) OMSZ Kisebb Kiadv., **37**, 1—89, 1971.
- PREDMERSZKY, T.: Időjárás, **59**, 268—274, 1955.
- PROBÁLD, F.: Budapest városklímája különös tekintettel az éghajlat és a település kölcsönhatására. (Das Stadtklima von Budapest, mit besonderer Hinsicht auf die Wechselwirkung von Klima und Siedlung.) Kand. Diss. Budapest, 1—210, 1971.
- RÉTHLY, A.: Budapest éghajlata. (Das Klima von Budapest.) Bp.-i Közp. Gyógy- és Üdülőhelyi Biz. Kiadv. Budapest, 1—147, 1947.
- SZÁDECKY-KARDOSS, E.: Geonómia és Bányászat. MTA Föld- és Bányászati Tud. Oszt. Közl., **4**, 3—89, 1971.
- SZEPESI, D.: Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. (Meteorologische Bedingungen der turbulenten Diffusion von Luftverunreinigungsstoffen in Ungarn.) OMI Hiv. Kiadv., **XXXII**, 1—168, 1967.
- WAGNER, R.: Acta Clim., Szeged, **I**, 1—4, 1—27, 1959.
- WAGNER, R.: Acta Climat., Szeged, **I**, 1—4, 73—90, 1959.
- WIRTH, E.: A jégkárók elleni védekezés lehetőségei Magyarországon. (Möglichkeiten der Hagelschädenvorbeugung in Ungarn.) A jégeső elhárításának kérdései Magyarországon. MMT Budapest, 107—114, 1967.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ РАЗВИТИЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА И
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ

Б. БЕЛЛ

Резюме

В работе подвергаются анализу различные направления исследований, проведенных в областях прикладной метеорологии, т. е. в агрометеорологии, гидрометеорологии, медицинской метеорологии, авиационной метеорологии и в специальных областях прогноза погоды; анализируется также значение их на общество. Автор подчеркивает значение процессов, происходящих в приземном слое, в отношении геодезии, в распространении радио-ультрафиолетовых волн и в исследованиях, проведенных в связи с темой «Человек и окружающая его среда», и доказывает, что требования, предъявленные со стороны общества благотворно действуют на развитие основных исследований, и в то же время дают материальную основу для развития прикладных областей науки.