

- FRÜH, J., und SCHRÖTER, C.: Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Bern 1904.
- HUMBERT, H.: La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar. Mém. Acad. Malg. 5. Tananarive 1927.
- HUMBERT, H.: Végétation des hautes montagnes de Madagascar. Soc. Biogéogr. II (Contribution à l'étude du peuplement des hautes Montagnes), 1—28 (1928).
- HUMBERT, H. (Herausgeber): Flore de Madagascar et des Comores. Tananarive, später Paris. Seit 1936 in Lieferungen erscheinend.
- HUMBERT, H.: Le massif de l'Andohahela et ses dépendances (Madagascar, Réserve Naturelle n° XI.) C. R. somm. Séance Soc. Biogéogr. 18, 32—37 (1941).
- HUMBERT, H.: La dégradation des sols à Madagascar. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 1 (1), 33—52 (1949).
- HUMBERT, H.: Les territoires phytogéographiques de Madagascar. Leurs cartographie. L'Année biol. 59, 3e sér., t. 31 (5—6), 439—448 (1955).
- HUMBERT, H.: Origines présumées et affinités de la flore de Madagascar. C. R. 3e Congr. PIOSA, Tananarive 1957, sect. B, 5—11 (1958).
- JOVET-AST, S.: Les Mousses et les Sphaignes de Madagascar. Mém. Inst. Sci. Madag. B 1 (2), 7—20 (1948) und Mém. Soc. Biogéogr. N. S. 1 (1953).
- LAUER, W.: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln. Bonner Geogr. Abh., H. 9, 15—98 (1952).
- LENOBLE, A.: Sur la chronologie des éruptions volcaniques du massif de l'Ankaratra (centre de Madagascar). C. R. A. S. (Paris) 206, 613—615 (1938).
- LENOBLE, A.: Le massif volcanique de l'Itasy. Etudes sur la Géologie de Madagascar. Note III. Mém. Acad. Malg. 32. Tananarive 1940.
- LENOBLE, A.: Les dépôts lacustres pliocènes-pleistocènes de l'Ankarata (Madagascar). Etude géologique. Ann. Géol. Serv. Mines 18, 9—82 (1949).
- MILLOT, J.: La Zoologie et le mythe gondwanien (résumé). PIOSA 3e Congr. Tananarive 1957. Vervielfältigt.
- MOUREAUX, C.: Les marais d'Ambila près Manakara. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 7, 1—22 (1956).
- MOUREAUX, C., et RIQUEUR, J.: Les sols submergés du Lac Alaotra. Mém. Inst. Sci. Madag. D 3, 1, 1—42 (1951).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Au sujet des tourbières de Marotampona. Bull. Acad. Malg. N. S. 1, 137—138 (1914).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Sur les tourbières et autres dépôts de matières végétales de Madagascar. Bull. écon. de Madag. et Bull. Soc. Linn. Normandie 1—9 (1921 a).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: La végétation malgache. Ann. Mus. Colon. Marseille 3e sér., 9e vol., 1—268 (1921 b).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Fruits et graines du gisement de subfossiles d'Ampasambazimba. Bull. Acad. Malg. N. S. 10, 24—25 (1927).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Biogéographie des plantes de Madagascar. Paris 1936.
- RIQUIER, J., et SEGALIN, P.: Notice sur la carte pédologique du Lac Alaotra. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 1 (1), 1—32 (1949).
- RIVALS, P.: Etudes sur la végétation naturelle de l'île de la Réunion. Trav. Lab. Forest. Toulouse t. V, vol. I, art. II. Toulouse 1952.
- ROCHE, P.: Les sols de marais récemment récupérés au Lac Alaotra (Madagascar). L'Agronomie tropicale 1952 (1), 43—63 (1952).
- ROCHE, P.: Sols. In: La Collectivité rurale autochtone modernisée d'Andilamena. L'Agronomie tropicale 1954 (6), 692—704 (1954).
- SEGALIN, P., et MOUREAUX, C.: La végétation de la région de Befandriana (Bas Mangoky). Mém. Inst. Sci. Madag. 2 (2), 141—158 (1950).
- SEGALIN, P., et TERCINIER, G.: Notice sur la carte pédologique de l'Ankaizinana. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 3 (2), 181—283 (1951).
- SIMPSON, E. S. W.: The Geology and mineral resources of Mauritius. Colon. Geol. and Mineral Resources 1, 217—238 (1950).
- TARDIEU-BLOT, M. L.: 5e famille: Polypodiacées. Tome I. Flore de Madagascar et des Comores. Paris 1958.
- VAUGHAN, R. E., and WIEHE, P. O.: Studies on the vegetation of Mauritius. I. A preliminary survey of the plant communities. J. Ecol. 25, 289—343 (1937). — II. The effect of environment on certain features of leaf structure. J. Ecol. 27, 263—281 (1939). — III. The structure and development of the Upland climax forest. J. Ecol. climate of the Upland climax forest. J. Ecol. 34, 126—136 (1947). — IV. Some notes on the internal (1947).
- VAN CAMPO, MADELEINE: Palynologie africaine I. Bull. Inst. Franc. Afrique Noire 19, ser. A (3), 659—678, pl. 1—24 (1957).
- VAN CAMPO, MADELEINE: Palynologie africaine II. Ebendort 20, sér. A (3), 753—760, pl. 25—48 (1958).
- VAN CAMPO, MADELEINE, et HALLE, N.: Palynologie africaine III. Ebendort 21, sér. A (3), 807—899 (1959).
- VAN ZINDEREN BAKKER, E. M.: Palynology in Africa. Fifth report. Bloemfontain 1958.
- Carte pédologique du Lac Alaotra. Mém. Inst. Sci. Madag. D 1 (1), Suppl. (1949).

METHODISCHE FORTSCHRITTE DER WISSENSCHAFTLICHEN LUFTBILD- INTERPRETATION (3)

(Fortsetzung von „Erdkunde“ 1959, H. 3, S. 201—214)

ERNST SCHMIDT-KRAEPELIN

Mit 2 Bildern und 2 Abbildungen

VI. Luftbild und Bodenkunde

Vorbemerkungen

So eindeutig definiert und klar abgrenzbar die Begriffe „Boden“ und „Bodenkunde“ erscheinen mögen, so komplex und vielfältig miteinander

verbunden sind die Probleme, die mit der Untersuchung, Klassifikation, Kartierung und Nutzung der Böden zusammenhängen. Wie an ihrer Bildung anorganische und organische Kräfte in wechselndem Maße, doch in streng gesetzmäßiger Ab-

hängigkeit vom Regime des Klimas zusammenwirken, so stehen auch alle Formen und Entfaltungsmöglichkeiten des pflanzlichen, tierischen und menschlichen Lebens in enger Wechselbeziehung und räumlicher Verbindung zum Boden.

Allein schon diese Tatsache stellt an den Bodenforscher die verantwortungsreiche Forderung, weit über sein engeres Fachgebiet hinaus zu sehen und die modernen Verfahren der Bodenkartierung mit vielseitigen biologischen und landschaftsökologischen Kenntnissen zu verbinden. Nicht selten — so vor allem in Nordafrika und Vorderasien — gibt auch erst die systematische Beobachtung archäologischer Spuren den Schlüssel zur Klärung lebenswichtiger Fragen des Boden- und Wasserhaushaltes und damit wertvolle Hinweise für Planungen und Bodenverbesserungen in solchen Gebieten, die einst Mittelpunkte blühender Hochkulturen waren, heute aber als sog. „Entwicklungsländer“ tatkräftiger technisch-wissenschaftlicher Hilfe bedürfen.

Die überaus umfangreichen und lohnenden Aufgaben, die, von den subarktischen Tundren bis in den tropischen Urwald, mit Hilfe systematischer Luftbildauswertung gelöst werden müssen und gelöst werden können, hat schon C. TROLL¹⁾ in grundlegenden Aufsätzen und zusammenfassenden Berichten verdeutlicht. Im Zusammenhang mit Fragen der bodenkundlichen Luftbildanwendung muß vor allem, wie gerade wieder die neuesten Erfahrungen im Nahen und Mittleren Osten gezeigt haben, das von ihm als entscheidend wichtig betonte Zusammenwirken von Luftbild- und terrestrischer Bodenforschung hervorgehoben werden, wobei hier der Begriff „Bodenforschung“ im Sinne von Gelände- und Laborarbeiten zu verstehen ist, durch die erst die Interpretation des Bildinhaltes auf eine sichere Grundlage gestellt wird. Leider ist nämlich in den letzten Jahren von vielen ernsthaften Pedologen der Wert von Luftaufnahmen für bodenkundliche Forschung und Kartierung stark angezweifelt worden, und zwar, wie man zugeben muß, mit einigem Recht. Dieses Mißtrauen sollte aber nicht auf den unbestreitbaren Informationsgehalt des Luftbildes an sich bezogen werden, sondern nur auf jene von mangelnder Fachkenntnis zeugenden „Interpretations“-Methoden, wie sie vielfach unter dem Schlagwort der Rationalisierung propagiert und angewandt worden sind. Gerade auf bodenkundlichem Gebiet sind exakte Feld- und Labor-Untersuchungen, verbunden mit Wendigkeit und Erfahrung in der Verwertung von Ergebnissen anderer Wissenszweige, vollkommen unerlässlich und können auch durch noch so große Fortschritte auf phototechnischem und instrumentellem Gebiet

nicht ersetzt werden. Denn man darf nicht vergessen, daß auch das beste Luftbild, mit ausgezeichneter Detailwiedergabe und hervorragender Abstufung der Tonwerte, nicht mehr zeigen kann als das Mikro-Relief und die durch Gestein, Verwitterungsdecke und Vegetation variierten Bodentönungen in Abhängigkeit von Maßstab, Aufnahmematerial und atmosphärischen Bedingungen. Niemals aber gibt das Luftbild allein die Möglichkeit, das für den Bodentypus maßgebende Bodenprofil zu erkennen.

Es muß an dieser Stelle auch einer in letzter Zeit allgemein feststellbaren, dem Prestige der wissenschaftlichen Luftbildanwendung abträglichen Tendenz entgegengetreten werden, die nicht nur auf bodenkundlichem Gebiet (hier aber besonders) zu Fehlschlüssen und Selbsttäuschungen führt. Ich meine die Neigung, den Begriff „Interpretation“ allzu großzügig zu gebrauchen und Beobachtungen bzw. Ergebnisse, die auf anderem Wege (z. B. durch Geländeuntersuchungen, Befragungen usw.) gewonnen wurden, nachträglich in das Luftbild hineinzulegen oder am Luftbild zu demonstrieren. Freilich ist es richtig und notwendig, sich auf die Auswertung von Luftaufnahmen möglichst eingehend durch Karten-, Literatur- und Geländestudien vorzubereiten; aber man sollte sich doch, schon im eigenen Interesse, immer darüber klar sein, aus welcher Quelle die Beobachtungen stammen. Die verständliche Begeisterung für die im Luftbild gegebenen Entdeckungsmöglichkeiten darf nicht zur gefährlichen Arbeitsweise einer „air photo induction“ verleiten.

Es ist deshalb zu begrüßen, daß der durch seine Arbeiten in Holland, auf Neuguinea und im Irak bekannte Pedologe P. BURINGH²⁾ aus langjähriger Forschungs- und Lehrtätigkeit heraus einen Weg zu schärferer Begriffsbestimmung im Bereich der bodenkundlichen Luftbildforschung beschritten hat, der geeignet erscheint, auch auf andere Wissenszweige sinngemäß übertragen zu werden. Man mag es zwar zunächst als eine gewisse Hemmung empfinden, daß dabei neue englische Termini geschaffen wurden, die einigermaßen schwierig in andere Sprachen zu übersetzen sind. Man muß aber bedenken, daß heute — nicht nur auf bodenkundlichem Gebiet — Luftbilder so vielseitig und so weitgehend mit dem Ziel zahlenmäßiger Ergebnisse angewandt werden (für Planung und Erkundung, für Spezial- und Übersichtskartierung, für Klassifikation, Taxation und Massenbestimmungen), daß unbedingt ein Bedürfnis nach klaren, international gültigen Begriffen für die einzelnen, teils qualitativ differenzierenden, teils quantitativ messenden Arbeitsverfahren und Arbeitsgänge besteht.

²⁾ Dozent am „ITC“ in Delft und an der Hochschule für Landwirtschaft in Wageningen (Niederlande).

¹⁾ 1939—1944 (Lit. Nr. 96—99 und 560—562).

Möglichkeiten und Grenzen des Luftbildes
in der bodenkundlichen Forschung und
Aufnahmepraxis³⁾

Der tiefere Grund für viele enttäuschende Erfahrungen mit Luftbildern in der bodenkundlichen Praxis liegt in der Tatsache, daß vielfach deren Aussagemöglichkeiten falsch bewertet werden. Man muß sich darüber klar sein, daß der Boden keine Fläche, sondern einen dreidimensionalen Körper darstellt. Nicht die in Aufnahmen erkennbare, durch Lichtreflexion und Absorption in unterschiedlicher Tönung wiedergegebene Bodenoberfläche ist maßgebend für die Lebensbedingungen der natürlichen Vegetation und der Kulturpflanzen; vielmehr sind es vor allem die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens bis in Tiefen von 1—2 m, Eigenschaften, die aus Luftbildern weder erkannt, noch aus ihnen durch logische Überlegungen abgeleitet werden können. Abgesehen von den Wüstengebieten, wo man ja von „Boden“ im biologischen und landwirtschaftlichen Sinne überhaupt nicht sprechen kann, zeigt sich zudem auf Photos gar nicht die Bodenoberfläche selbst, sondern das auch durch andere Faktoren bedingte Muster einer natürlichen oder vom Menschen angelegten Vegetation. Wer an wiederholten Aufnahmen ein und desselben Geländeausschnittes einer Kulturlandschaft den raschen Wechsel von Tönung und Textur im Vegetations- und Anbauegefüge innerhalb weniger Wochen beobachten konnte, der wird in Prognosen darüber, wie bestimmte „Böden“ sich im Luftbild ausdrücken, recht vorsichtig sein! Trotzdem kann die große praktische Bedeutung, die fachgerecht angewandte Luftbilder in den letzten Jahren für pedologische Kartierungen erlangt haben, nicht bestritten werden. Denn zahlreiche wichtige Merkmale des Bodens können eben doch weitgehend aus dem kombinierten Studium des Gesteins, der Geländegestaltung (insbesondere der Mikro-Erosionsformen), der natürlichen Vegetation und der Bodennutzung abgeleitet werden. Namentlich

³⁾ In Kürze ist mit dem Erscheinen des von der Amerikanischen Gesellschaft für Photogrammetrie herausgegebenen „Manual of Aerial Photo Interpretation“ zu rechnen. Der hierfür von Dr. BURINGH verfaßte Abschnitt „Applications of aerial photographs in soil surveys“ (mit zahlreichen Luftbildern und Kartenbeispielen) wird in systematischer, klarer Gliederung und in einer auch für Nicht-Bodenkundler verständlichen Form die Methoden der bodenkundlichen Luftbildanwendung darstellen. Die darin eingehend erläuterten und durch instruktive Beispiele belegten Begriffe (aerial photo recognition, identification, analysis, classification, deduction) werden allgemein um so mehr beachtet werden müssen, als es sich hier nicht um theoretische Definitionen, sondern um Arbeitsverfahren handelt, die sich bei großräumigen Kartierungen in verschiedenen Klimazonen bereits bewährt haben. Für die freundliche Überlassung des Manuskripts möchte ich Herrn Dr. BURINGH auch an dieser Stelle danken.

bei der Abgrenzung von Bodenarten haben sich Luftaufnahmen in allen Erdteilen als sehr wertvolle Hilfsmittel erwiesen, immer unter der Voraussetzung freilich, daß entsprechend dem Zweck der Aufnahme (Landwirtschaft, Aufforstung, Gartenbau, Be- oder Entwässerung usw.) und dem Maßstab (Detail-, Übersichts- oder Erkundungskarten) die notwendigen Bohrungen und Bodenanalysen durchgeführt werden. Luftbilder geben hierbei vor allem die Möglichkeit, die Bohrungen auf die entscheidenden Stellen zu konzentrieren und Bodenarten genauer und schneller im Gelände abzugrenzen, als es mit den konventionellen Methoden allein durchführbar wäre.

Im Gegensatz zu anderen Wissenszweigen, in denen das Luftbild zur direkten Identifikation, Messung und Kartierung verwendet wird (z. B. Forstwirtschaft, Geologie, Geomorphologie), kann also die Bodenkunde aus ihm nur indirekte Informationen erhalten, da ja ihr Forschungsobjekt, der Boden, von der Aufnahme gar nicht erfaßt wird. Direkt erkennbar sind nur Formen (als Schwarz-Weiß-Abstufungen durch Schattenwirkung und durch den stereoskopischen Effekt) sowie mit Einschränkungen bestimmte Stoffunterschiede (ebenfalls in einer Skala von Grau-Tonwerten, aber mit örtlich, regional und jahreszeitlich wechselnder Bedeutung). Vor allem aber ist die Art, wie sich die im Bilde erkennbaren Helligkeitskontraste zu bestimmten linearen oder flächenhaften Mustern zusammenschließen, bodenkundlich bedeutsam, z. B. Struktur und Dichte des Gewässernetzes, Verlauf von Schichtstufen, Dünenformen, Vegetationsformen, Bodennutzung, Flureinteilungen, Siedlungstypen und ihre räumliche Verteilung. Der im Luftbild gegebene Überblick aus relativ großem Abstand ist, wie bereits mehrfach betont, für jede Art von Kartierungen unentbehrlich, um aus der unübersehbaren Vielfalt naturbedingter und anthropogener Einzelercheinungen die wichtigen Zusammenhänge zu erkennen.

Auf die große Unsicherheit der Methode, allein aus den Vegetationsformen allgemein auf den Bodentyp zu schließen, haben u. a. TROLL⁴⁾ und VAGELER⁵⁾ hingewiesen; denn die Vegetation als augenfälligster Ausdruck des Wasserhaushaltes ist wiederum von mehreren, eben diesen Wasserhaushalt beeinflussenden Faktoren abhängig, vor allem vom Klima der bodennahen Luftschicht, vom Relief und schließlich von den chemischen Eigenschaften, der Lagerung und Durchlässigkeit der Bodensubstanz. „Festgestellte Beziehungen zwischen Boden und Vegetation dürfen also bei der Luftbildauswertung nur auf engem Raum verwandt werden“⁴⁾.

⁴⁾ TROLL (96), S. 33.

⁵⁾ VAGELER (565), S. 1.

Bis heute haben sich leider die großen Erwartungen, die man an die Verwendung von Farbfilm bei bodenkundlichen Aufnahmen geknüpft hat, nicht ganz erfüllt, trotz mancher vielversprechender Ergebnisse, die aus niedriger Flughöhe oder unter besonders günstigen atmosphärischen Bedingungen namentlich in subtropischen Trockengebieten erzielt worden sind. Der hohe Preis des Filmmaterials und seiner Verarbeitung, der geringe Belichtungsspielraum und die starke Beeinträchtigung der Farbkontraste durch den Dunst bei größeren Flughöhen sind Hindernisse, die trotz über 20jähriger Entwicklungsarbeit auf diesem Gebiet bisher nicht überwunden werden konnten. Zudem handelt es sich bei bodenkundlichen Aufnahmen meist um flächenhaft recht ausgedehnte Projekte, die aus den oben angeführten Gründen für eine Gesamtbefliegung in Farbaufnahmen kaum in Frage kommen. Indessen hat es sich gezeigt, daß in Verbindung mit normalen Reihenbefliegungen zusätzlich, namentlich aus niedrigen Flughöhen, aufgenommene Farbluftbilder für die Unterscheidung von Bodenarten und Vegetationsformationen sehr wertvoll sein können. Insbesondere soll, nach den Erfahrungen von P. VAGELER⁶⁾, der Farbkontrast zwischen durchlüfteten (oxydierten) und unter Luftmangel leidenden (reduzierten) Böden im Farbbild gut erkennbar sein. Daß man nach der Farbe allein aber noch sehr wenig über den Bodentyp aussagen kann, hat VAGELER am Beispiel der sog. „black cotton soils“ in Afrika gezeigt, deren schwarze Farbe nicht (wie von Laien angenommen) durch Humusanreicherung, sondern durch Eisen- und Manganverbindungen bedingt wird⁷⁾. Sie haben also mit „Schwarzerde“ (Tschernosjom) nicht das geringste zu tun und sind deshalb für Baumwollkulturen ganz ungeeignet. Ebenso gefährlich ist es, aus der roten Bodenfarbe in tropischen Regenwald- und Savannengebieten in jedem Falle auf „Laterit“ zu schließen, der ja einen allitischen, an Alkalien und Kieselsäure gänzlich verarmten, sehr unfruchtbaren Boden des feucht-heißen Klimabereichs darstellt. Die gleiche ziegelrote Färbung zeigen auch die äußerst fruchtbaren Roterden Brasiliens („terra roxa encaroçada“)⁸⁾ wie auch die Limonitkrusten am Rande eingetrockneter flacher Seen im Niger- und Tschadseegebiet⁹⁾.

Grundzüge moderner bodenkundlicher Aufnahmeverfahren mit Anwendung von Luftbildern

Ein wesentliches Kennzeichen rationeller Aufnahmemethoden ist die zweckmäßige Organisation und zeitliche Abstimmung der verschiedenen,

nebeneinander herlaufenden Untersuchungen. Während das Studium der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der Böden auf Grund der Gelände- und Labor-Untersuchungen eine Klassifikation in wohldefinierte Bodeneinheiten ergibt, vermag das Luftbild vor allem die sehr zeitraubende Abgrenzung und Kartierung dieser Einheiten wesentlich zu erleichtern und zu beschleunigen. Schon in den europäischen Ländern ergibt sich ja die dringende Notwendigkeit zum Einsatz zeitsparender Methoden aus dem Mißverhältnis zwischen den großen zu bewältigenden Aufgaben und der geringen Zahl der kartierenden Bodenexperten. Noch viel ungünstiger ist die Situation in überseeischen Ländern, wenn auch große Fortschritte in den letzten Jahren, beispielsweise im Nahen Osten, in Kanada, Australien und Neuseeland, gemacht worden sind. In den meisten Erdteilen liegen, wie BURINGH 1955¹⁰⁾ in einem zusammenfassenden Bericht mitteilte, dringende Aufgaben für die nächsten 50 bis 100 Jahre vor.

Unter diesen Umständen bedeuten die in Zusammenarbeit des „ITC“ in Delft mit der Hochschule für Landwirtschaft in Wageningen entwickelten Verfahren der Luftbildanwendung für Bodenkartierungen nicht nur einen großen methodisch-wissenschaftlichen Fortschritt; sie sind zugleich ein beachtlicher Beitrag zur friedlichen wirtschaftlichen Entwicklung der Erde, vor allem jener Länder, denen die jüngst errungene nationale Selbständigkeit gewaltige Erschließungsaufgaben stellt, die sie ohne die Hilfe europäischer Technik und Wissenschaft nicht bewältigen können.

Es kann im Rahmen dieses Berichtes nicht auf Einzelheiten, sondern nur auf Grundzüge dieser in den letzten Jahren immer mehr verfeinerten Methoden eingegangen werden, die dem wachsenden Bedürfnis nach zuverlässigen und zahlenmäßig reproduzierbaren Werten der Bodeneignung Rechnung tragen. Mit zunehmender Erfahrung in der Anwendung von Luftbildern bei bodenkundlichen Untersuchungen hat es sich bestätigt, daß nur eine systematische Berücksichtigung aller die Bodenbildung und Bodennutzung beeinflussenden Faktoren zu brauchbaren Ergebnissen führen kann. Diese Erkenntnis stimmt überein mit den von TROLL aus geographischer Sicht dargelegten Grundsätzen einer ökologischen Landschafts- und Bodenforschung. Doch dürfen die Schwierigkeiten, derartig komplexe Zusammenhänge in eine praktisch verwendbare Methodik der pedologischen Luftbildinterpretation einzubeziehen, nicht unterschätzt werden. Sie mußten überwunden werden, sollten die drängenden Projekte in den Entwicklungsländern in

⁶⁾ VAGELER (565), S. 24.

⁷⁾ a. a. O., S. 37.

⁸⁾ a. a. O., S. 20.

⁹⁾ a. a. O., S. 26.

¹⁰⁾ BURINGH (471), S. 102.

tragbarer Zeit und mit vertretbarem Aufwand in Angriff genommen und durchgeführt werden. Für verschiedene Zwecke und Maßstäbe mußten bis in alle Einzelheiten durchdachte Arbeitsanleitungen geschaffen werden, um in solchen Ländern auch dann die rationellste Verwendung des Luftbildmaterials zu sichern, wenn entsprechend dem Umfang der Projekte zu wenige hervorragend geschulte und erfahrene Pedologen verfügbar sind.

Die von P. BURINGH entwickelte Methodik der Bodenkartierung unter Anwendung von Luftaufnahmen steht im Einklang mit den allgemeinen Richtlinien, die kürzlich in sehr klarer Form durch den ITC-Stab, Interpretations-Abteilung, ausgearbeitet worden sind¹¹⁾. Auch in den Vereinigten Staaten, wo etwa seit 1929¹²⁾ in der Anwendung von Luftbildern bei Bodenaufnahmen Pionierarbeit geleistet worden ist, werden diese Grundsätze anerkannt und angewandt, wenn dort auch größeres Gewicht auf die Formulierung von „Interpretations-Schlüsseln“ gelegt wird. Besonders in Japan haben die von der „Delfter Schule“ entwickelten Methoden wesentlich dazu beigetragen, die Bodenkartierung, Landklassifikation und Regionalplanung nach dem zweiten Weltkrieg auf eine arbeitsfähige Grundlage zu stellen¹³⁾.

Eine sehr wichtige Voraussetzung für erfolgreiche Luftbildanwendung ist die klare Begriffsbestimmung für die verschiedenen systematischen Arbeitsgänge, die unter dem Ausdruck „Luftbildinterpretation“ (aerial photo-interpretation) zusammengefaßt werden und die nach Möglichkeit zu meßbaren und kontrollierbaren Ergebnissen führen sollen:

1. **Identifikation** (aerial photo recognition and identification): Das Erkennen von Formen physischer und kulturgeographischer Art auf den Luftbildern („Luftbildlesen“);

2. **Systematische Analyse** (aerial photo-analysis): Nicht die Böden selbst, sondern nur Formen und Erscheinungen von bodenkundlicher Bedeutung (etwa Gewässernetz, Hangneigung) können aus Luftbildern analysiert und dann in einer thematischen Skizze oder Karte dargestellt werden.

3. **Klassifikation** (classification of aerial photo-analysis): Voraussetzung hierfür ist die systematische Analyse. Ergebnis der Klassifikation ist eine Ordnung nach Flächen mit bestimmten, bodenkundlich bedeutsamen Eigenschaften.

4. **Deduktion, Luftbilddeutung** (aerial photo-deduction)¹⁴⁾: Alle Daten, die nicht aus

¹¹⁾ Principles of aerial photo-interpretation (by ITC Staff, Interpretation Division, Delft 1959).

¹²⁾ BUSHNELL und Mitarbeiter (481—483).

¹³⁾ NAKANO, 1955 (356).

¹⁴⁾ Es ist schwierig, für diesen Begriff einen geeigneten deutschen Ausdruck zu finden. „Luftbilddeutung“ klingt

den Luftbildern allein gewonnen werden können, sind Ergebnisse einer „aerial photo-deduction“. Diese Art der Interpretation kann nur unter Benutzung zusätzlicher Informationen (aus der Literatur oder der speziellen Kenntnis des Fachmanns) von sehr erfahrenen Bodenkundlern, niemals von angelegerten Kräften durchgeführt werden. Je nach der Lage des Aufnahmegebietes zu benachbarten, bodenkundlich bereits bekannten Räumen können für Erkundungs- und Übersichtskartierungen zeitsparende, von BURINGH und Mitarbeitern als

a) Interpolation

b) Extrapolation

näher gekennzeichnete Verfahren nach den Grundsätzen der „aerial photo-deduction“ angewandt werden.

Es steht fest, daß diese gedanklich gut durchgearbeitete und praktisch bewährte Arbeitssystematik einen größeren methodischen Fortschritt in der bodenkundlichen Luftbildanwendung bedeutet, als ihn alle theoretischen Erörterungen über mehr oder minder allgemein verwendbare „Schlüssel“ bringen können. Wesentliche Fortschritte in den pedologischen Aufnahmeverfahren sind in Zukunft auch weniger von Seiten der luftbild- und gerätetechnischen Entwicklung zu erwarten. Sie werden sich vielmehr aus der Erfahrung mit den genannten Verfahren unter den verschiedensten Klima- und Bodenverhältnissen ergeben, Erfahrungen, die heute noch, vor allem für tropische Gebiete, erst in geringer Anzahl vorliegen.

Im Entwicklungsablauf seit der ersten bodenkundlichen Verwendung von Luftbildern lassen sich viele Parallelen zu der zögernden und zurückhaltenden Einstellung beobachten, die auch die Geologen lange Zeit gegenüber „photogeologischen“ Methoden gezeigt hatten und die erst durch die bahnbrechenden Arbeiten der Erdölgeologen allmählich überwunden wurde. Vor allem aus der Tatsache, daß Luftbilder immer nur indirekte Hinweise auf Bodeneigenschaften geben können, ist es verständlich, daß bis vor kurzem nur der Wert von Luftphotos als Orientierungsmittel und als Ersatz für fehlende oder allzu ungenaue Karten allgemein anerkannt wurde¹⁵⁾. Dabei benutzte man hauptsächlich Photomosaiks, die auch heute noch (für Zwecke der großräumigen Übersicht und Abgrenzung) ihre Bedeutung haben. Erst später lernte man die in der stereoskopischen Betrachtung liegenden erweiterten Möglichkeiten schätzen und entwickelte verschiedene, sowohl im Gelände als auch am Arbeitstisch verwendbare Techniken, um direkt auf den Stereo-Bildern die erkennbaren Bodengrenzen sowie wichtige morphologische oder hydrographische Erscheinungen

zwar etwas zu allgemein und unbestimmt, kommt aber dem Sinn des englischen Ausdrucks wohl am nächsten.

¹⁵⁾ Vgl. SIMONSON, 1950 (547), S. 308—315.

einzutragen. Dabei hat sich die anfangs übliche Verwendung von Deckpausen (Transparentpapier, Folien) wegen der unbefriedigenden Durchsichtigkeit und wegen der Gefahr von Schrumpfungen und Verschiebungen weniger bewährt als die unmittelbare Kartierung auf der Bildoberfläche selbst. Die besten Resultate ergibt die Kombination von Hochglanz-Kopien für die Interpretation (beste Detailwiedergabe) mit Matt-Kopien für die Zeichnung, wobei spezielle Stereoskop-Konstruktionen die gleichzeitige Verwendung von Matt- und Hochglanz-Kopien desselben Geländeabschnitts ermöglichen. Für genauere Bodenkartierungen wird man nach Möglichkeit Kontaktabzüge nicht unter 1:20 000 oder 1:25 000 als Arbeitsgrundlage benutzen. Die systematische Luftbild-Analyse ergibt aber auch für kleinere Kartenmaßstäbe ausgezeichnete Ergebnisse¹⁶⁾, wenn Aufnahmen guter Qualität vorliegen. Großräumige Befliegungen in der Maßstabsgrößenordnung 1:50 000 wurden ja in den letzten Jahren in vielen, bisher kartographisch ganz unzulänglich erfaßten Ländern für topographische und wirtschaftliche Zwecke durchgeführt.

Für eine als „semi-detailed map“ bezeichnete Bodenkarte 1:50 000 müssen die nach der Luftbild-Analyse festgestellten Grenzen und Bodeneinheiten im Gelände und durch Bohrungen in sorgfältig ausgewählten „sample areas“¹⁷⁾ klassifiziert werden. Je nach den örtlichen Verhältnissen vermag bei diesem Verfahren die systematische Luftbildanalyse (vergleichbar der photo-geologischen „Vorkartierung“) den Zeitbedarf für die gesamte Aufnahme auf die Hälfte oder sogar auf ein Viertel des sonst notwendigen zu verkürzen und die Genauigkeit gegenüber den rein terrestrischen Verfahren erheblich zu verbessern.

Für Maßstäbe unter 1:50 000 kann unter günstigen Bedingungen die Gelände- und Laborarbeit auf kleinere, nach den Luftbildern festgelegte „key areas“ beschränkt werden, die gleichmäßig innerhalb des Aufnahmegebietes verteilt sind. Durch Interpolation schließt man dann auf die Struktur der dazwischen liegenden, nur photo-analytisch abgegrenzten Einheiten. Dieses Verfahren sollte im allgemeinen nur bei Übersichtskarten (etwa 1:100 000 bis 1:200 000) angewandt werden.

Nur ausnahmsweise sind die Erfahrungen des Bodenexperten, gewonnen bei früheren Arbeiten in demselben oder einem benachbarten, sehr ähnlichen Gebiet, ausreichend, um nach dem Verfahren der Extrapolation eine fast ausschließlich auf Luftbilddedeutung begründete vorläufige

bodenkundliche Erkundungskarte (im Maßstab 1:250 000 oder kleiner) entwerfen zu können.

Fragen der Wirtschaftlichkeit

in Relation zum Aufnahmemaßstab spielen natürlich bei allen bodenkundlichen Projekten eine entscheidende Rolle. Allgemein hat sich aus den bisherigen Erfahrungen ergeben, daß der Aufwand für die Bildflüge und die phototechnische Aufbereitung des Bildmaterials in einem sehr günstigen Verhältnis zu den Gesamtkosten einer Bodenkartierung oder Bodenerkundung steht. BURINGH¹⁸⁾ rechnet mit einem Anteil der Luftbildkosten von nur 1—5%¹⁹⁾, während die Interpretation der Luftaufnahmen bei einer Kartierung 1:50 000 etwa 3% der Kartierungskosten erfordert. In der Beurteilung der durch Anwendung von Luftbildern erzielbaren Wirtschaftlichkeit sind natürlich außer dem Endmaßstab der Karte die besonderen regionalen Bodenverhältnisse und Geländeschwierigkeiten von großem Einfluß, ferner der Zweck, für den die Kartierung durchgeführt werden soll²⁰⁾. Die weitgehende Verwendbarkeit zeitsparender extensiver Verfahren (Interpolation, Extrapolation) ergibt besonders bei Übersichts- und vorläufigen Erkundungskarten (etwa 1:100 000 bis 1:300 000) einen auf das Vier- bis Achtfache gesteigerten Arbeitsfortschritt pro Jahr und Aufnahmegruppe gegenüber Bodenaufnahmen ohne Luftbildverwendung. Nach VEENENBOS²¹⁾, der die bisher gewonnenen Erfahrungen für verschiedene Maßstäbe in einem aufschlußreichen Diagramm veranschaulicht hat, kann ein Aufnahmeteam in dieser Weise durchschnittlich 12 500 qkm (35 × 35 qkm) pro Jahr im Maßstab 1:200 000 kartieren. Bei größeren Maßstäben (1:50 000 bis 1:10 000) dagegen nehmen die Aufnahmekosten durch die umfangreichen Profiluntersuchungen erheblich zu, so daß sich hier die Verwendung der Luftbilder in weit geringerem Maße kostensparend auswirken kann. Bei der großmaßstäblichen Bodenaufnahme wird eben der erreichbare Arbeitsfortschritt weniger durch die Luftbildinterpretation als durch die Leistungsfähigkeit der konventionellen bodenanalytischen Verfahren bestimmt.

¹⁸⁾ BURINGH, 1959 (Manuskript für das „Manual of Aerial Photo Interpretation“, Kap. 3).

¹⁹⁾ je nachdem, ob nur Kopien und Photomosaiks usw. in mehrfacher Ausfertigung herzustellen sind oder ob die gesamte Luftbildaufnahme durchgeführt werden muß

²⁰⁾ Für viele Zwecke der agrar-bodenkundlichen Planung benötigt man keine Gesamtkartierungen, sondern nur Teilkartierungen der nutzbaren oder verbesserungsfähigen Flächen. Dadurch können, ohne Verminderung der Zuverlässigkeit in den genau aufgenommenen Teilgebieten, unter Umständen erhebliche Kosten erspart werden.

²¹⁾ VEENENBOS (573), S. 126—130.

¹⁶⁾ VEENENBOS (572), S. 2.

¹⁷⁾ Probeflächen von 1000—2000 ha, die alle im Aufnahmegebiet vorkommenden Bodentypen umfassen sollen.

Einige Ergebnisse und Erfahrungen aus großräumigen Bodenkartierungen in subtropischen und tropischen Gebieten

Die oben charakterisierten Aufnahmemethoden haben in den letzten Jahren vor allem in den Trockengebieten Asiens und Afrikas zu bemerkenswerten Ergebnissen geführt. Es besteht ja hier überall die Aufgabe, nicht nur die Böden in ihrem heutigen Zustand möglichst genau zu erfassen; man will dabei zugleich den Ursachen der in geschichtlicher Zeit eingetretenen Austrocknung und Bodenverschlechterung nachgehen, die solche noch im Altertum als „Kornkammern“ und blühende „Fruchtgärten“ bekannten Landschaften, wie z. B. Mesopotamien oder Libyen, in trostlose Wüsten, Halbwüsten oder Steppen verwandelt haben. Auch bei rein naturwissenschaftlicher Arbeitsweise stößt man dabei auf Schritt und Tritt immer wieder auf Relikte und Wirkungen menschlicher Tätigkeit, auf alte Bewässerungs- und Drainagesysteme, Siedlungsspuren, Verkehrswege usw.

Die Reste solcher Anlagen können ihrerseits wieder in ihrer Lage zur heutigen Landoberfläche Hinweise auf Alter und Bildungsweise rezenter Böden und Ablagerungen (z. B. Dünen) geben. Ihre Häufung in heute sterilen Räumen ehemals intensivster Bewässerungskultur und Bevölkerungsverdichtung ist ein Anzeichen dafür, daß offenbar einschneidende Änderungen in der Bewirtschaftung (z. B. Vernachlässigung der Bewässerungssysteme in Not- und Kriegszeiten oder Einführung neuer Irrigationstechniken) von nachhaltigen und irreparablen Folgen auf die Böden gewesen sein müssen, so daß schließlich die Fluren und Siedlungen aufgegeben werden mußten.

Auf die „verhängnisvolle bodenkundliche Rolle des Menschen“ in historischer Zeit hat namentlich VAGELER²² eindringlich hingewiesen und am Beispiel Algeriens gezeigt, daß nur die Berücksichtigung der historischen Elemente zum vollen Verständnis der verwickelten Bodenverhältnisse dieses Landes führen könne. Ein bekanntes Beispiel aus neuerer Zeit für tiefgreifende, ja geradezu selbstmörderische Eingriffe der menschlichen Technik in das Gleichgewicht der ökologischen Wechselbeziehungen ist die verheerende Bodenerosion („dust bowl“) auf den in Getreideland umgewandelten Steppenböden der nordamerikanischen Plains. Ähnliche, wenn auch nicht immer so katastrophale Folgen solcher „Meliorationen“ spielen für das Verständnis der Böden und ihrer durch Relief, Lokalklima, Bewuchs und Wasserhaushalt bedingten örtlichen Typenreihen („Catenas“)²³ eine weit größere Rolle, als man bis vor kurzem

²² VAGELER (565), S. 3 f.

²³ Unter einer „Catena“ (= Kette) werden die räumlich nebeneinander liegenden Böden verstanden, die durch die Oberflächengestaltung oder andere Faktoren unter-

allgemein erkennen wollte. Kein Zweifel besteht darüber, daß das Luftbild ein unentbehrliches Hilfsmittel für die Auffindung und Deutung alter Kulturspuren und der damit in Zusammenhang stehenden morphologischen, hydrologischen und bodenkundlichen Besonderheiten darstellt. So ergänzen und befruchten sich in der Lösung derartiger Fragen archäologische und pedologische Luftbild- und Bodenforschung in einem Maße, wie es in Kulturlandschaften der humiden Klimazone nur selten möglich ist.

Die namentlich von englischen und französischen Archäologen (CRAWFORD, BRADFORD, POIDEBARD u. a.) schon frühzeitig erkannten und benutzten Möglichkeiten, aus Schattenwirkung, Bodentönungen und Vegetationsunterschieden Lage und Umriss vorgeschichtlicher und antiker Anlagen im Luftbild festzustellen, haben deshalb auch bei den Bodenexperten starke Beachtung gefunden und sie zur systematischen Verwertung archäologischer Beobachtungen angeregt (BEEK, BURINGH, EDELMAN, VAN LIERE u. a.). Die Kartierung von Siedlungsresten und alten Flureinteilungen nach Luftaufnahmen hat neuerdings in Tunesien und Syrien²⁴ zu bemerkenswerten Erkenntnissen über die Art und Intensität der antiken Landnutzung geführt. Da in den Bodenprofilen die zur Zeit der Hochkulturen bestehende Landoberfläche sich in der Regel deutlich abzeichnet, können auch die Bodennutzungsbedingungen jener Zeiten weitgehend rekonstruiert und daraus Folgerungen für die Planung künftiger Meliorationsmaßnahmen abgeleitet werden. Beispielsweise konnte aus der bodenkundlichen Untersuchung alter, auf Luftbildern klar erkennbarer Bewässerungskanäle im Irak geschlossen werden, daß die ehemals dicht besiedelten Bewässerungsgebiete um Babylon offenbar wegen zunehmender Versalzung aufgegeben werden mußten. Davon wurden die schweren Tonböden der tiefegelegenen, schlecht drainierten Becken und Flußebenen wesentlich stärker betroffen als die der einige Dezimeter bis zu mehreren Metern ansteigenden Uferdämme („levees“). Die Becken sind heute unkultiviertes, ganz extensiv genutztes Grasland, die Uferdämme längs der Flußadern und Kanäle (sie wurden natürlich im Lauf der Jahrhunderte durch die Schwebstoffe des Irrigationswassers gebildet und ständig aufgehöhht) tragen die schönsten Obstkulturen. Diese grundlegend verschiedenen Standortbedingungen auf Beckenton- und Uferschlammböden konnten schon bei der Luftbildanalyse mit Sicherheit erkannt werden²⁵. Nach der Meinung

schiedlich entwickelt sind, aber auf Grund des Ausgangsgesteins zusammengehören.

²⁴ VAN LIERE und LAUFFRAY, 1955 (519).

²⁵ BURINGH und EDELMAN, 1955 (479), S. 41/42.

SEMI DETAILED SOIL ASSOCIATION MAP OF EL SABBAGHIYAH (MUSSAYEB AREA), IRAQ

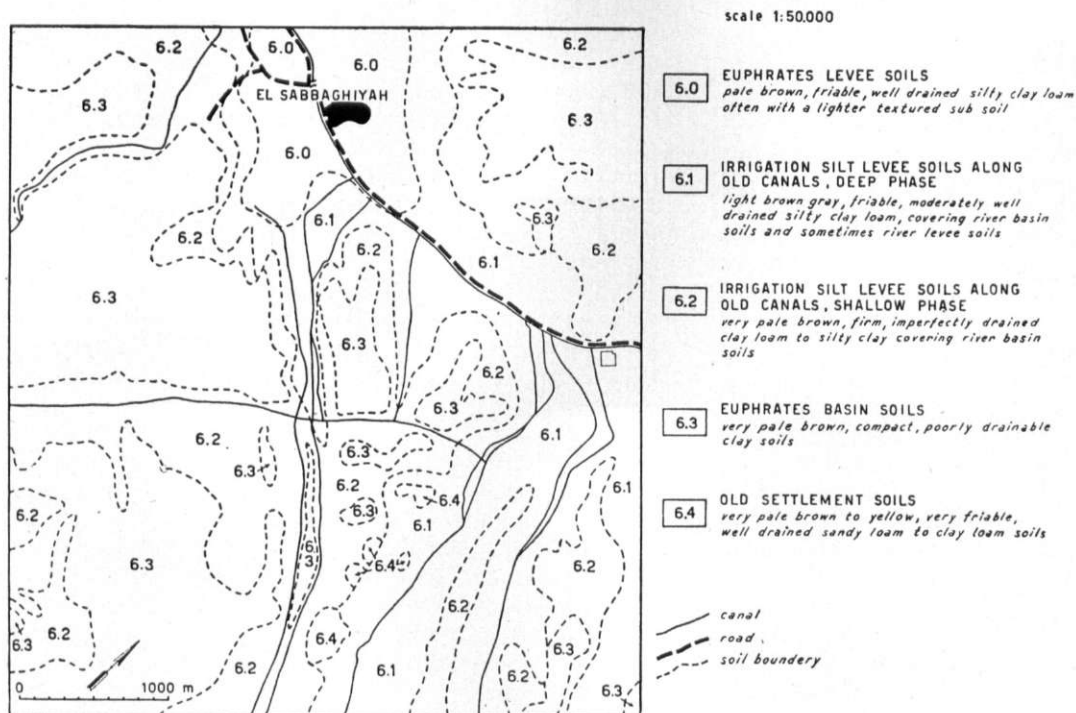


Abb. 1: Beispiel einer mit Verwendung von Luftaufnahmen bearbeiteten Bodenkarte, Maßstab 1 : 50 000 ²⁷⁾

Der Kartenausschnitt zeigt in allen Einzelheiten den räumlichen und genetischen Zusammenhang der Böden mit dem Gewässernetz und mit alten Bewässerungskanälen.

„Ein stärkerer Gegensatz ist kaum denkbar als der zwischen den ertragreichen Dattelpalmengärten mit ihren Unterkulturen und den öden, sterilen und versalzten Becken in unmittelbarer Nähe.“ ²⁸⁾

An Differenzierungen des Bodentyps und der Bodenarten sind auch ehemalige Ortslagen (vgl. Kartensignatur Nr. 6. 4) deutlich erkennbar.

von BURINGH ²⁶⁾ begann die Versalzung mit der Einführung der neuen Irrigationstechnik durch Kanäle. Bei der zuvor üblichen Wasserentnahme aus den natürlichen Flußläufen war die Gefahr der Versalzung des Bodens wegen des rascheren Abflusses wesentlich geringer (Abb. 1).

Unter Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte in den algerischen und ägyptischen Irrigationsgebieten ist auch VAGELER zu ganz ähnlichen Schlüssen gekommen: Die als großer Fortschritt gegenüber der altertümlichen Bassinbewässerung angesehene neue Bewässerungstechnik durch Kanäle habe „in wenigen Jahrzehnten bei anfänglich freilich riesiger Erntesteigerung Gebiete von Staatengröße gründlichst versalzen, also nach der ariden Seite hin umgestaltet, und so ruiniert, daß die Beseitigung der Schäden mehr gekostet hat, als die anfänglichen Profite betrug“ ²⁹⁾. Aus

²⁶⁾ BURINGH, 1957 (469), S. 14.

²⁷⁾ Aus: P. BURINGH und C. H. EDELMAN, 1955 (479), Fig. 2.

²⁸⁾ a. a. O., S. 42.

²⁹⁾ VAGELER (565), S. 98.

der Erkenntnis, daß in alten Kulturlandschaften die ökologischen Zusammenhänge zwischen Boden, Klima und natürlicher Vegetation weitgehend durch solche tief eingreifenden Maßnahmen gestört sind, folgerte er die Notwendigkeit einer möglichst individuellen „Charakterisierung der Böden in ihrem genetischen Zusammenhang“ ³⁰⁾ und lehnte jede Typisierung und allgemeine klimatische Bodenklassifizierung ohne Kenntnis der örtlichen Entwicklungsgeschichte ab.

Diese Grundsätze sind weitgehend auch in den Methoden verwirklicht, welche die holländischen Pedologen in ihrem eigenen amphibischen Lande entwickelt und dann vor allem in semiariden und tropischen Ländern erfolgreich erprobt haben, Methoden, bei denen das Hauptgewicht auf die Untersuchung der Böden als Elemente der Landschaft und als Ausdruck der Landschaftsentwicklung gelegt wird. —

³⁰⁾ wobei nach seiner Ansicht das Studium der örtlichen Bodentypenreihen (Catenas) mit Hilfe farbiger Luftbilder die geeignetste Methode darstellt.

Stellen die heute im Brennpunkt politischer und wirtschaftlicher Auseinandersetzungen liegenden Räume des nordafrikanisch-asiatischen Trokenklimagürtels der Bodenforschung außerordentlich umfangreiche und drängende Aufgaben, so sind hier doch die Bedingungen für einen systematischen Einsatz des Luftbildes relativ gut. Die klare, dunstarme Atmosphäre, die spärliche Vegetation und die dadurch in allen Einzelheiten erkennbaren Formen und Strukturen sind, zusammen mit den archäologischen Hinweisen, äußerst günstige Voraussetzungen für die „photo-pedologische“ Arbeitsweise. Auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen, wird daher die volle Ausnützung der in den Luftaufnahmen liegenden Möglichkeiten gerechtfertigt und verlangt. Nur unter diesen Voraussetzungen sind auch die erstaunlichen, von VEENENBOS für mittlere und kleine Kartenmaßstäbe ermittelten Leistungszahlen³¹⁾ verständlich.

Wesentlich schwieriger liegen die Verhältnisse dagegen in tropischen Gebieten, einesteils wegen der das Mikro-Relief verdeckenden und die Geländearbeiten erschwerenden dichten Vegetation, andererseits wegen der atmosphärischen Bedingungen (Lufttrübung, starke Bewölkung), die der Organisation und Durchführung der Bildflüge große Schwierigkeiten entgegensetzen. Deshalb kommt es in tropischen Gebieten ganz besonders auf das enge Zusammenarbeiten von Bodenexperten, Pflanzensoziologen, Geologen und Geographen an, und auch hier muß die historische Landschaftsentwicklung unter dem oft verheerenden Einfluß menschlicher „Kultur“ (Waldvernichtung, Bodenerosion) besonders berücksichtigt werden. Auf die wegweisenden Forschungen von ZONNEVELD und Mitarbeitern in Surinam wurde an anderer Stelle³²⁾ bereits hingewiesen. Hier seien nur einige Erfahrungen und Ergebnisse der dort durchgeführten bodenkundlichen Arbeiten mitgeteilt³³⁾, als Beispiel dafür, daß auch indirekte Methoden, mit nur beschränkten Möglichkeiten zu günstiger Verteilung der Profilbohrungen, brauchbare Ergebnisse mindestens in Form einer bodenkundlichen Übersichtskarte liefern können. Ein wichtiges, wenn auch negatives Ergebnis der Voruntersuchungen war die Feststellung, daß nur die Gebiete mit unberührter, natürlicher Vegetation einigermaßen zuverlässige Schlüsse aus Luftaufnahmen auf Bodenarten und Bodentypen zuließen. Deshalb erwies es sich als zweckmäßig, die Interpretation zunächst auf die nicht kultivierten Areale zu beschränken. Aufbauend auf der bereits zuvor durchgeführten Vegetationskartierung wur-

den sodann die pflanzensoziologisch kartierten Flächen, unter Verwendung von Photomosaiks im Maßstab 1:40 000, durch Profilbohrungen (1 bzw. 2 m tief) entlang sorgfältig festgelegter Routen, bodenkundlich erschlossen. Diese Untersuchungen ergaben eine weitgehende Übereinstimmung der Vegetationsgrenzen mit Grenzen bestimmter Bodentypen³⁴⁾ oder Bodenserien. Für die endgültige Kartierung wurden mit Hilfe der Luftaufnahmen Probegebiete mit einheitlichem Vegetationscharakter ausgesucht, aus denen später, bei der Geländedurchquerung, die Bodenproben entnommen wurden. Diese Geländedurchquerungen (mit Kompaß und Buschmesser) ergaben zugleich die Möglichkeit zu genauerem Studium der geologischen, morphologischen und botanischen Verhältnisse. An entscheidenden Stellen wurden die Bohrungen in so dichtem Abstand angesetzt, daß man hier von einer linearen Spezialaufnahme (linear detailed soil mapping) sprechen kann, durchschnittlich jedoch begnügte man sich mit einer Bohrung pro qkm. Bei der Auswertung der Ergebnisse zu einer endgültigen Bodenklassifikation mußten die aus den Profilen ermittelten Bodentypen zu Bodenserien oder -komplexen, diese wieder zu Bodengesellschaften zusammengefaßt werden. Jede Bodengesellschaft entspricht einer in sich abgeschlossenen physiographischen Einheit („landscape, which has its own origin and topography“). Als letzter Schritt ergab sich schließlich die Aufgabe, die längs der Aufnahmerouten durch Bohrungen festgestellten Bodengrenzen durch stereoskopische Luftbildinterpretation über das gesamte Aufnahmegebiet zu interpolieren, unter Benutzung der im Gelände gewonnenen Kenntnisse über die ökologischen Zusammenhänge zwischen Böden und Bewuchs. Die Grenzen der Anwendbarkeit dieses Verfahrens ergeben sich natürlich schon aus dem für vegetationskundliche Feststellungen recht kleinen Bildmaßstab 1:40 000, der zwar in jedem Fall eine sichere Kartierung der Bodengesellschaften (soil associations), im allgemeinen auch der Bodenserien, jedoch nur ausnahmsweise die Unterscheidung von Bodentypen³⁴⁾ ermöglicht.

Bild 1 und Abb. 2: *Bodentypen im Raume Buisdorf-Niederpleis südlich Siegburg.*

(Eine Gegenüberstellung von Luftbild und Bodenkarte)³⁵⁾

Die bodenkundliche Aufnahme des Blattes Siegburg 1:25 000 im Sommer 1957 durch DR. H. GREIFFENBERG vom Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen (als Bodentypenkarte mit Maßstabsgenauigkeit 1:100 000) ermöglicht einen aufschlußreichen Vergleich dieser Kartierung

³¹⁾ VEENENBOS (573), S. 126—132.

³²⁾ „Erdkunde“ 1958, H. 2, S. 83 (100).

³³⁾ VAN DER EYK (495).

³⁴⁾ im US-amerikanischen Sinne

³⁵⁾ Die Luftbilder wurden freigegeben durch den Herrn Regierungspräsidenten, Münster, am 13. 1. 60 unter der Nr. PK 1696.

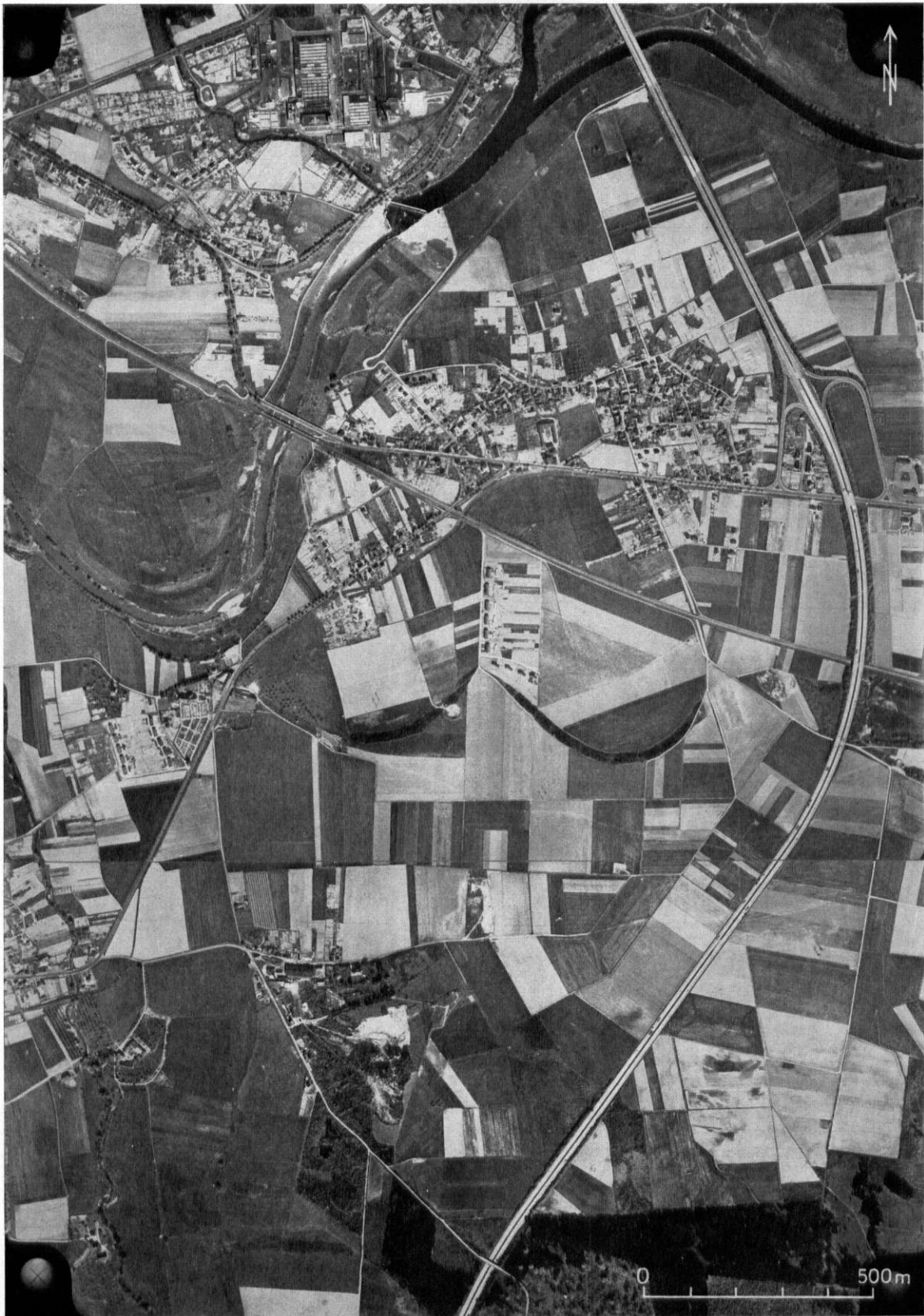


Bild 1

mit Luftbildern (Maßstab etwa 1 : 12 600) einer am 7. Mai 1956 von „Plan und Karte“ durchgeführten Befliegung. Es sei jedoch ausdrücklich festgestellt, daß eine solche nachträgliche Gegenüberstellung natürlich keine Luftbild-Interpretation darstellt; sie ist aber geeignet, den im Luftbild durch die reiche Gliederung des Reliefs und der Bodennutzung gebotenen Informationsgehalt für bodenkundliche Aufnahmen zu verwerten und richtig beurteilen zu lehren.

Sehr klar und namentlich durch den stereoskopischen Effekt (Bild 2) wesentlich schärfer als in der topographischen Karte kommen in den Luftaufnahmen die Terrassenstufen Talau/Niederterrasse und Niederterrasse/Mittelterrasse zum Ausdruck. Die letztere tritt modellartig in zwei schönen, bewaldeten Prallhängen etwa 500 m südlich Buisdorf hervor, die erstere ist schon an der konkaven Biegung des nördlichen Ortsrandes von Buisdorf zu erkennen, die dadurch bedingt wird, daß die Ortslage die hochwassergefährdete Talau meidet.

Die morphologisch ausgeprägten Terrassenstufen sind zugleich wichtige Bodengrenzen. Der rezente Talboden (Hochflutbett) wird, auf lehmigen oder stärker sandigen Ablagerungen, von braunen Auenböden (A_3) bzw. Sand-Auenböden (A_5) bedeckt. Auf einer höheren Talbodenstufe (der „Inselterrasse“ des Rheins entsprechend) sind Braunerde-Auenböden (BA_3 bzw. BA_5) entwickelt. Dagegen ist die Niederterrasse, die von Überflutungen nicht mehr erfaßt wird, durch Braunerden mäßigen bis hohen Basenanteils und großer Entwicklungstiefe (B_6) gekennzeichnet.

Fast ebenso scharf, wie die Stufe zur Mittelterrasse sich morphologisch ausprägt, wird sie auch in den Bodenprofilen durch Abnahme des Basengehaltes und schwache Pseudogleybildung (B_{12g_1} auf den Böden der Mittelterrasse) erkennbar.

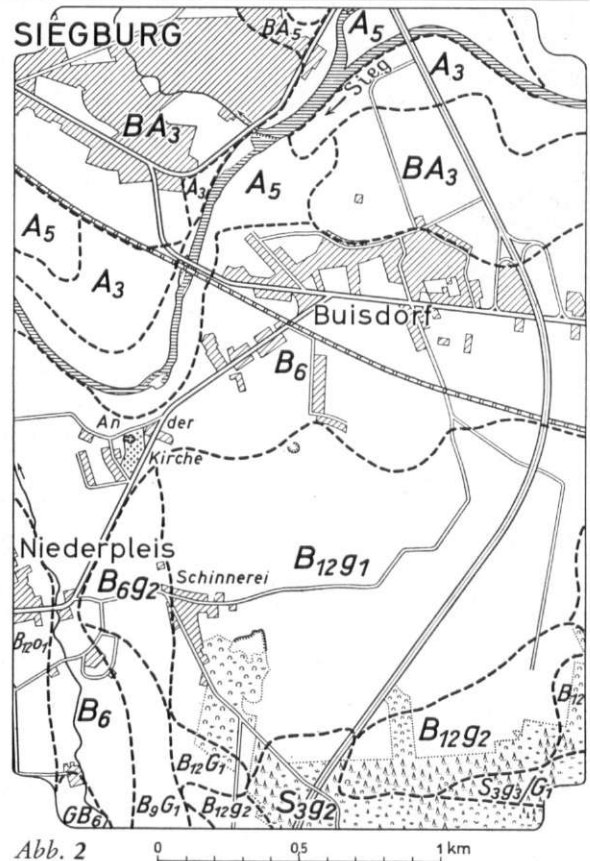


Abb. 2 0 0,5 1 km



Bild 2

Nahe dem Südrand des Luftbildes fällt ein größeres Waldgebiet auf. Offenbar eignen sich die hier stärker pseudovergleyten (staunassen) Böden über oligozänen Tonen nicht für landwirtschaftliche Nutzung, weshalb dieser Standort dem Wald vorbehalten blieb.

Ausgesprochener Gley, also unter ständigem Grundwassereinfluß liegender Boden, wurde im Bereich des Luftbildpaares nur südöstlich Niederpleis, rechts des Pleisbachtals, kartiert. Daß dieses Gebiet, wie die Luftaufnahmen zeigen, fast ausschließlich als Grünland genutzt wird, gibt schon einen gewissen Hinweis auf oberflächennahes Grundwasser; den exakten Nachweis kann jedoch nur das Bodenprofil liefern.

Ergänzend sei noch auf die in diesem Luftbildpaar deutlich durchscheinenden Spuren älterer Feldwege und Kiesgruben hingewiesen.

Zeichenerklärung

Grenzen der Bodenklassen und Bodentypen nach Feldaufnahme und Bearbeitung des Blattes Siegburg 1 : 25 000 durch Dr. H. Greiffenberg im Sommer 1957. Die Genauigkeit der Bodengrenzen entspricht den Anforderungen für eine Übersichtskarte im Maßstab 1 : 100 000.

1. KLASSE DER BRAUNERDEN

a) Braunerde mit stark bis mäßig basenhaltigem Material

B₀ = Braunerde großer Entwicklungstiefe

B_{0g2} = Braunerde großer Entwicklungstiefe, mäßig pseudovergleyt

GB₀ = Gley-Braunerde

b) Braunerde mit schwach basenhaltigem Material

B₁₂ = Braunerde großer Entwicklungstiefe

B₁₂₀₁ = Braunerde großer Entwicklungstiefe, schwach podsolig

B_{12g1} = Braunerde großer Entwicklungstiefe, schwach pseudovergleyt

B_{12g2} = Braunerde großer Entwicklungstiefe, mäßig pseudovergleyt

2. KLASSE DER PSEUDOGLEYE

S_{3g2} = Pseudogley mit schwach basenhaltigem Material, mäßig pseudovergleyt

S_{3g3/G1} = Pseudogley, schwach basenhaltig, mit Übergängen zu Gley

3. KLASSE DER AUENBÖDEN

A₃ = Brauner Auenboden

A₅ = Brauner Sand-Auenboden

BA₃ = Braunerde-Auenboden auf lehmigen Ablagerungen

BA₅ = Braunerde-Auenboden auf sandigen Ablagerungen

4. KLASSE DER GLEYE

B_{0G1} = Braunerde-Gley mit mäßig basenhaltigem Material

B_{12G1} = Braunerde-Gley mit schwach basenhaltigem Material

Bild 2: Ausschnitte aus demselben Luftbildpaar, jedoch zu stereoskopischer Betrachtung in Flugrichtung montiert, zeigen noch wesentlich klarer als die zusammengesetzten Einzelaufnahmen (Bild 1) die bodenkundlich bedeutsamen Formen des Terrassenreliefs, des Gewässernetzes, der Siedlungslagen und der Bodennutzung.

Frostboden-Probleme

Das Vordringen menschlicher Dauersiedlungen in subpolare Regionen, sei es aus militärischen oder wirtschaftlichen Gründen, hat in letzter Zeit die Probleme der Dauerfrostböden („Permafrost“) immer stärker aus dem Bereich der rein theoretischen Behandlung in das praktische Arbeitsfeld

des Straßen- und Bergbau-Ingenieurs, des Siedlungsplaners und Bodenfachmanns gerückt. Man denke z. B. an die Schwierigkeiten, die beim Bau des „Alaskan Highway“ während des Zweiten Weltkrieges überwunden werden mußten, man erinnere sich aber auch der von den Russen und Skandinaviern schon seit über 50 Jahren mit größter Gründlichkeit durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen, die erst die Grundlage für die stetige Neuland-Erschließung im Hohen Norden und im Fernen Osten des eurasischen Kontinents geschaffen haben³⁶⁾. Erst verhältnismäßig spät haben die Nordamerikaner und Kanadier den Erscheinungen und Wirkungen der „Bodengefrorenis“ größere Beachtung zugewandt. Sie haben dann aber, im Verlauf der aerophotogrammetrischen Vermessungen und Erkundungen für militärische, geologische und forstliche Zwecke, anhand des gewonnenen umfangreichen Luftbildmaterials die Verbreitung und Bedeutung solifluidaler und kryoturbater Formen, insbesondere der Frostmusterböden (frost pattern soils)³⁷⁾ intensiv zu studieren begonnen.

Der neu entdeckte Forschungszweig, als Spezialgebiet der Bodenkunde aufgefaßt, wurde in der von K. BRYAN vorgeschlagenen Nomenklatur als „Kryopedologie“ bezeichnet, und ein ganzes Lexikon neuer Fachausdrücke trat zu den schon eingeführten schwedischen und russischen Begriffen hinzu³⁸⁾. Von den amerikanischen Veröffentlichungen und Gutachten zur Frage der Untersuchungsmöglichkeiten von Permafrost-Erscheinungen durch Luftbildinterpretation sind vor allem die der Purdue University, Lafayette (Indiana) zu nennen, aber auch der Geological Survey und verschiedene militärische Dienststellen sind auf diesem Gebiet sehr rege.

³⁶⁾ Von den Sowjets werden zum Studium des ewigen Eisbodens und seiner Auswirkungen 8 ständige Forschungsstationen unterhalten, davon allein vier im transbaikalischen Teil Sibiriens (E. THIEL: Sowjet-Fernost, S. 51).

³⁷⁾ Die regional und thematisch umfassendste Darstellung der periglazialen Formen und Abtragungsvorgänge hat TROLL (Geol. Rundschau 1944, Erdkunde 1947 und 1948, engl. Ausgabe SIPRE 1958) gegeben. Aus diesen grundlegenden Arbeiten muß insbesondere die Tatsache hervorgehoben werden, daß sich die u. a. in den Strukturböden ausprägenden starken morphologischen Wirkungen des Wechsels von Gefrieren und Tauen nicht auf die Permafrost-Regionen (perenne Tjäle) beschränken, sondern weltweit überall verbreitet sind, wo täglich bzw. sehr häufig (Hochgebirge) oder in jahreszeitlichem Rhythmus (annuelle Tjäle) der Untergrund mehr oder minder tief gefriert und wieder auftaut. Frostmusterböden verschiedenster Größenordnung treten daher in allen Klimazonen, von den arktischen Tundren bis zu den tropischen Hochgebirgen, auf.

³⁸⁾ Bei dem allgemein so lebhaften Bedürfnis nach einprägsamen Wortneubildungen fällt es auf, daß noch niemand den Vorschlag gemacht hat, die Untersuchung von Frostbodenerscheinungen mit Hilfe von Luftbildern als „Aerophotokryopedologie“ zu bezeichnen.

Sicherlich sind manche der in solchen Gutachten niedergelegten Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen für den praktischen Gebrauch vereinfacht dargestellt. So sollen z. B. in Alaska die Zusammenhänge zwischen Vegetation und Dauerfrostboden im allgemeinen recht unkompliziert und auf Luftbildern leicht zu erkennen sein. Nach einer mit vielen Bildbeispielen und Stereogrammen ausgestatteten Interpretationsanleitung³⁹⁾ kommen in Permafrostgebieten Alaskas folgende Vegetationsgemeinschaften vor: Tannen-Birken-Wälder, „muskeg“-Sumpf-Wälder, Espen-Pappel-Bestände, Gebüsch und „Tundra“-Vegetation. Charakteristisch scheinen jedoch die morphologischen und hydrographischen Anzeichen zu sein, z. B. Eiskeil-Polygone, netzartig verästelte Entwässerungsrinnen, Schmelzwasserseen mit oder ohne Abfluß. Bezeichnend ist insbesondere die Beobachtung, daß solche Seen sich durch oberflächliches Abtauen des Bodeneises allmählich vergrößern und ihre Ufer angreifen, eine Beobachtung, die sich natürlich erst bei wiederholten Befliegungen desselben Gebietes ergibt.

Alle auf Luftbildern erkennbaren Formen und Vegetationsgemeinschaften können aber nur die durch das Bodeneis beeinflussten Standortbedingungen der obersten, in jedem Sommer auftauenden Bodenschicht anzeigen, dagegen keinerlei Hinweise auf Form und Mächtigkeit des Eiskörpers in einigen Metern Tiefe geben. Die Polygonstrukturen, die bisweilen ohne nähere Untersuchung einfach als Anzeichen von Permafrost gedeutet werden, können, worauf BLACK⁴⁰⁾ warnend aufmerksam macht, ganz verschiedener Entstehung sein. Die eigentlichen Eiskeil-Polygone werden oft mit ähnlichen, aber ganz anders entstandenen Bodenstrukturen außerhalb der Zone des Dauerfrostes verwechselt. Nach den Untersuchungen von LEFFINGWELL und BLACK⁴¹⁾ sind die Eiskeilspalten in Permafrostgebieten durch Kontraktion des Bodeneises infolge starker Abkühlung von der Oberfläche her zu erklären, eine Anschauung, die mit dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Eises gut vereinbar ist. In der genaueren Erforschung der Beziehungen zwischen der Größenordnung der Eis-Polygone, der Lufttemperatur und der Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen sieht BLACK einen gangbaren Weg, um mit Hilfe von Luftaufnahmen in den Fragen der sommerlichen Auftautiefe und der Mächtigkeit des ewigen Eises weiter zu kommen. Diese Fragen sind ja für die Anlage von Gebäu-

den, Straßen und Flugplätzen oder für die Verlegung von Erdölleitungen von ebenso großer praktischer Bedeutung wie für die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen, die alljährlich durch das teilweise Abtauen des Eiskörpers von Senkungen, Einbrüchen und Überschwemmungen betroffen werden.

Neueres Schrifttum*)

VI. Bodenkunde

449. Aerial surveying. Value in soil conservation and scientific farming. — South African Sugar Journal 1948, S. 331. (Allgemeinverständliche Darstellung des Wertes von Luftaufnahmen für Maßnahmen der Bodenerhaltung.)
450. Air photo and soil mapping methods: appraisal and application. — National Research Council Highway Research Board, Bull. 180, (presented at the 13th annual meeting, January 1957) — Washington 1958.
451. ALDRICH, R. C.: Accuracy of land-use classification and area estimates using aerial photographs. — Journal of Forestry 51/1953, S. 12—15. (Behandelt den Gebrauch von Einzel-Luftbildern, die Auswahl der Gebiete für Bodenproben und Fehlerquellen bei Bodennutzungs-Klassifikationen.)
452. ANDRONIKOW, W. L.: Die Bodendecke der Waldsteppe und ihre Untersuchung durch Luftbildinterpretation. — Potschwowedenije 1957, S. 70—76 (russisch).
453. ANDRONIKOW, W. L.: Methodische Untersuchung der Bodendecke eines Waldsteppengebietes mit Hilfe von Luftaufnahmen. — Autorreferat, Diss. Inst. f. Bodenkunde, Ak. d. Wiss. d. USSR, Moskau 1958. (1. Historischer Überblick über Luftbild-Methoden bei Bodenkartierungen. 2. Methodische Grundsätze der bodenkundl. Luftbildinterpretation. 3. Natürliche Bedingungen im Don-Gebiet mit Interpretationsbeispielen von Waldsteppenböden. 4. Organisation der Luftbild-Arbeiten bei der Herstellung von Bodenkarten.) — (russisch).
454. ANDRONIKOW, W. L.: Über das spektrale Reflexionsvermögen einiger Böden der Waldsteppe. — Mitt. d. Ak. d. Wiss. d. USSR, Geogr. Reihe, 1958, Nr. 3, S. 93—97. (Je geringer der Feuchtigkeits- und Humusgehalt der Böden und je stärker ihre Podsolierung, desto höher steigt die Reflexionskurve und desto steiler ist ihr Verlauf. Mit hellen Tönen werden auf Luftbildern die hellgrauen, stark podsolierten Waldböden abgebildet, während Tschernosjome in dunklen Tonwerten erscheinen.) — (russisch).
455. BALDWIN, M., SMITH, H. M., WHITLOCK, H. W.: The use of aerial photographs in soil mapping. — Photogr. Eng. 1947, S. 532—536. (Übersicht über Bodenkartierungsmethoden seit dem Ersten Weltkrieg.)
456. BELCHER, D. J.: Soils and minerals inventory. — Int. Arch. Photogrammetry, Bd. XI/3, 1954, S. 666—668.
457. BELCHER, D. J.: Terrain intelligence and the future of mineral prospecting. — Comm. on Geophys. and Geogr., Research and Development Board, Washington, D. C.: Selected Papers on Photogeology and Photo Interpretation, April 1953, S. 103—107. (Kurze Beschreibung der Interpretationsverfahren, die zur

³⁹⁾ Department of the Army, Corps of Engineers, St. Paul District: Identification and evaluation of Alaskan vegetation from airphotos with reference to soil, moisture and permafrost conditions. St. Paul, Minn. 1948.

⁴⁰⁾ BLACK, 1952 (369), S. 126 f.

⁴¹⁾ BLACK (369), S. 129—131.

*) Mit diesem Verzeichnis wird die in den Heften 2/1958 und 3/1959 gegebene Literaturübersicht unter fortlaufender Nummerierung der einzelnen Arbeiten weitergeführt. Im Text zitierte Arbeiten sind unter der Literaturnummer (in Klammern) leicht zu finden.

- Identifikation von Bodentexturen und Gesteinstypen angewandt werden.)
458. BELCHER, D. J.: Determination of soil conditions from aerial photographs. — *Photogr. Eng.* 1948, S. 482—488. (Luftbildanalyse liefert Informationen über Bodentextur, Bodenfeuchtigkeit und Grundwasserhältnisse, über die Art des Muttergesteins und dessen ungefähre Tiefe unter der Oberfläche usw. Für den Ingenieur ergeben sich daraus wichtige technische Daten wie Standfestigkeit und Tragfähigkeit des Bodens unter verschiedenen Witterungsbedingungen, notwendige Drainagen, Aufschlüsse für Baumaterial.)
459. BELCHER, D. J.: Engineering application of aerial reconnaissance. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, Bd. 57/1946, S. 723—733. (Luftbildanalyse von Bodentexturen für technische Planungen.)
460. BELCHER, D. J.: The determination of engineering soil characteristics by the use of aerial photographs. — *Diss. Purdue University, Lafayette*, 1943 (122 S., Abb., Photos). (Beschreibt vor allem praktische Methoden, um Kies- und Sandvorkommen für bautechnische Zwecke zu erkunden.)
461. BOGOMOLOV, L. A.: Untersuchung der Tundren-Oberfläche durch Luftbildinterpretation. — *Fragen der Geographie, Sammelbd. 42*, 1958, S. 44—60. (russisch)
462. BOURNE, R.: Air survey in relation to soil survey. — *Imp. Bur. Soil Sci. Techn. Communication 19*, 1931 (18 S.).
463. BROWN, R. und FARNHAM, R. S.: Use of aircraft in soil mapping. — *Journ. Soil and Water Conserv.*, Bd. 9, 1954, S. 254—256, 274.
464. BUCKHANNAN, W. H.: Technique and use of aerial photographs for soil mapping and reproduction of field maps. — *Soil Science Soc. of America Proceedings*, Bd. 4, 1939.
465. BÜDEL, J.: Die klima-morphologischen Zonen der Polarländer. — *Erdkunde* Bd. 2, 1948, S. 22—53 (mit Schräg-Luftbildern von Spitzbergen und Grönland).
466. BURGER, A.: Photographies aériennes et aménagement du territoire, l'interprétation des photogr. aériennes. — Paris 1957. (128 S., Abb.)
467. BURINGH, P.: The application of aerial photographs in soil surveys. — *Manuskript für das "Manual of Aerial Photo Interpretation"* (Washington 1960), Delft 1959.
468. BURINGH, P.: New methods of aerial photo interpretation for soil surveys. — *Second U. N. Regional Cartogr. Conf. for Asia and the Far East, Japan*, 1958. (5 S.)
469. BURINGH, P.: Living conditions in the Lower Mesopotamian Plain in ancient times. — *Sumer*, Bd. 13, 1957. (Ergebnisse archäologischer und bodenkundlicher Untersuchungen mit Verwendung von Luftbildern.)
470. BURINGH, P.: Analyse und Interpretation von Luftbildern bei Bodenkartierungen und Landklassifikationen (spanisch). — *Columbia, Agricultura Tropica* 1956, S. 49—59.
471. BURINGH, P.: Some problems concerning aerial photo-interpretation in soil survey. — *Netherlands J. agric. Sci.* 1955, S. 100—105. (Überblick, mit 16 Literaturangaben.)
472. BURINGH, P.: Soil and land classification in Dutch New Guinea. — *Trans. 5th Int. Congr. Soil Sci.*, Bd. 4/1954, S. 93—95. (Eine Bodenübersichtskarte 1:200 000 wurde hergestellt aus Luftaufnahmen 1:20 000 und 1:40 000. Feld- und Laboruntersuchungen konzentrierten sich auf die möglicherweise nutzbaren Gebiete, die nach dem Verfahren der Extrapolation durch Luftbildinterpretation ausgewählt wurden.)
473. BURINGH, P.: The analysis of pedological elements in aerial photographs. — *Trans. 5th Int. Congr. Soil Sci.*, Bd. 4/1954, S. 90—92.
474. BURINGH, P.: The analysis and interpretation of aerial photographs in soil survey and land classification. — *Neth. J. of Agric. Sci.*, Bd. 2, 1954, S. 16—26.
475. BURINGH, P.: The role of aerial photography when drafting schemes for undeveloped countries. — *Neth. J. Agric. Sci.* 1/1953, S. 251—255.
476. BURINGH, P.: Pedologische Erscheinungen auf dem Luftbild (niederländ.) — *Boor en Spade* 3/1949, S. 48—64.
477. BURINGH, P.: Aardrijkskunde uit de lucht: Bodenkundige verschijnselen op de luchtfoto. — *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, Januar 1948, S. 117—122; März 1948, S. 262—264; Mai 1948, S. 394—399. (Insgesamt 18 Luftbilder aus niederländischen Landschaften, bodenkundlich interpretiert.)
478. BURINGH, P. und BEEK, M. A.: Statement concerning archaeology and soil survey in Mesopotamia. — *Sumer*, Bd. 11, 1955, S. 143—144.
479. BURINGH, P. und EDELMAN, C. H.: Some remarks about the soils of the alluvial plain of Iraq, south of Baghdad. — *Neth. J. Agric. Sci.*, Bd. 3, 1955, S. 40—49. (Bodenmerkmale des Untersuchungsgebietes werden besprochen anhand einer allgemeinen "soil association map" 1:250 000 und einer detaillierten Bodenkarte 1:50 000, die mit Hilfe systematischer Luftbildanalyse gewonnen wurde. Das Verfahren ist geeignet für die Kartierung großer Gebiete mit einem bescheidenen Aufwand an Feldarbeit.)
480. BURINGH, P. und VAN LIERE, W. J.: Example of a reconnaissance soil map produced by the pedological analysis of aerial photographs, followed by the study of soils in the field. — *Trans. 5th Int. Congr. Soil Sci.*, Bd. 4, 1954, S. 338—342.
481. BUSHNELL, T. M.: A new technique in soil mapping. — *The Amer. Soil Survey Assoc.*, Bull. 13, 1932, S. 74—81. (Luftbilder mit Transparent-Deckpausen als Hilfsmittel der Bodenkartierung.)
482. BUSHNELL, T. M.: Use of aerial photography for Indiana land studies. — *Photogr. Eng.* 1951, S. 725—738. (Erstmalige Anwendung der Luftbildanalyse für Bodenkartierungen 1929. Zahlreiche Bildbeispiele und reichhaltiges Literaturverzeichnis.)
483. BUSHNELL, T. M.: Aerial photography for Indiana. — *Proc. Ind. Acad. Sci.*, Bd. 37, 1938, S. 63—72.
484. CLARKE, G. R.: The study of the soil in the field. — *At the Clarendon Press, Oxford* 1957. (Kap. V., S. 136—168: The use of air photographs for soil survey purposes. Hier wird anhand guter Bild- und Kartenbeispiele ein Überblick über die Methoden der Luftbildanwendung bei Bodenkartierungen gegeben, wobei technische und methodische Empfehlungen sich vor allem auf englische, amerikanische und russische Erfahrungen stützen.)
485. Connecticut Agricultural Experiment Station: Aerial photographic requirements for soil survey field operations. — *Conn. Agr. Exp. Sta., Nat. Soil Survey Working Group*, 1953. (Maschinen-Manuskript, 8 S., in dem die Antworten auf einen Fragebogen, aus 31 Staaten der USA und Alaska, ausgewertet und zusammengefaßt werden.)
486. CUMBERLAND, K. B.: Soil erosion in New Zealand. — *Whitcombe and Tombs Ltd., Wellington* 1944. (227 S., zahlreiche Karten und Aufnahmen.)

487. DAVIS, M. M.: Engineering evaluation of North-western Indiana moraine, lacustrine, and sand dune airphoto patterns. — Diss. Purdue University, Lafayette, Ind., 1949. (91 S. mit Karten, Photos usw.)
488. DAWSON, F. K.: Airphoto study and mapping of Southeastern Indiana sandstone-shale materials. — Diss. Purdue University, Lafayette, Ind., 1948. (109 S., Karten, Photos usw.)
489. DILL, H. W. jr.: Airphoto interpretation inventory and planning. — Journal of Soil and Water Conservation, 1952, S. 7.
490. EDELMAN, C. H.: Het gebruik van luchtfoto's in de bodemkunde. — Tijdschr. Kadaster en Landmeetk. 63, 1947, S. 97—101.
491. EDELMAN, C. H.: De betekenis van de geomorfologie voor de bodemkunde. — Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., Juli 1957, S. 257—262. (Das Groß-Relief ist Forschungsgegenstand der Geomorphologie, das Klein-Relief interessiert vor allem die Bodenkunde. Die ebenen, tief gelegenen Gebiete besitzen eine typische Mikro-Topographie, die sehr wichtig ist für Wasserhaushalt und Bodenstruktur. Im Berg- und Hügelland Westeuropas führt die Abtragung zur Bildung von Sedimenten, die jünger sind als die ursprünglich von Wald bedeckte Landschaft. Im jüngsten Pleistozän wurden die Hänge von Solifluktionmassen bedeckt, die gleichaltrig sind mit der holozänen Bodenbildung. Ohne Bodenkunde kann man die Morphologie der westeuropäischen Hügelländer nicht verstehen. In Südeuropa, Nordafrika und Vorderasien braucht der Bodenkundler besonders die Unterstützung durch den Morphologen. Hier entsprechen Pluvial- und Interpluvialzeiten den Glazial- und Interglazialzeiten. Auch die Kontinentalschilde mit ihren alten Abtragungs-Landoberflächen erfordern zu ihrem Studium enge morphologisch-bodenkundliche Zusammenarbeit. Diese ist besonders notwendig bei der in unbekanntem Gebieten so wichtigen Luftbildinterpretation.)
492. Evaluation of soils and permafrost conditions in the territory of Alaska by means of aerial photographs. — Engineering Experiment Station, Purdue University, Bd. 1, Sept. 1950 (50 S., Abb., Karten). — (Anleitung zur Interpretation von Bodenverhältnissen und Permafrosterscheinungen in arktischen und subarktischen Gebieten Alaskas aus Luftbildern. Die Verbreitung von Dauerfrostböden und ihre Bedeutung für technische Projekte wird an Bildbeispielen erläutert, Verfahren und Anwendungsmöglichkeiten der Luftbildinterpretation bei der Bodenbeurteilung werden vom Standpunkt des Ingenieurs beleuchtet.)
493. EWALD, E.: Das Luftbild im Einsatz für die Bodenämter. — Der Landbaumeister (Beilage zu „Neues Bauerntum“), Jg. 36, 1944, S. 44—47.
494. VAN DER EYK, J. J.: Reconnaissance soil survey in Northern Surinam. — Diss. Wageningen 1957.
495. VAN DER EYK, J. J.: Soil mapping from aerial photographs. — Photogr. Eng. 1952, S. 162—166.
496. VAN DER EYK, J. J., DE MEESTER, T. u. DE VILLIERS, M.: The preparation of an airphoto interpretation map of the Tugela Basin, Natal. — erscheint 1960 in „African Soils“.
497. FOSTER, Z. C.: The use of aerial photographs in the Michigan land economic survey. — Am. Soil Surv. Bull. 13, 1932, S. 86—88.
498. FROST, R. E.: Interpretation of permafrost features from airphotos. — Highway Research Board Special Report 2, 1952, S. 223—246. (Aus Luftaufnahmen kann man Bodentexturen und Permafrost-Erscheinungen erkennen und zwischen stark frostempfindlichen und wenig frostempfindlichen Böden unterscheiden. 70 Literaturangaben.)
499. FROST, R. E.: Factors limiting the use of aerial photographs for analysis of soil and terrain. — Photogr. Eng. 1953, S. 427—436.
500. FROST, R. E.: Airphoto patterns of Southern Indiana soils. — Diss. Purdue University, Lafayette, Ind., 1946 (269 S. mit Photos, Stereogrammen und Karten).
501. FROST, R. E.: The use of aerial maps in soil studies and location of borrow pits. — Proc. of the Kansas Highway Eng. Conference, 1946, S. 58—82.
502. FROST, R. E.: Identification of granular materials from aerial photographs. — Joint Highway Research Proj. Proc. of 32nd annual Purdue Road School, Extension Series No. 61, Vol. 30, No. 4, 1946, S. 105—136.
503. FROST, R. E. und MOLLARD, J. D.: New glacial features identified by airphotos in soil mapping program. — Proc. Highway Research Board, Vol. 26, 1946, S. 562—578.
504. FROST, R. E. und WOODS, K. B.: Airphoto pattern of soils of the Western United States. — US. Dept. of Commerce, Technical Development Report 85, Washington 1950 (auch in: US. Government Printing Office, Washington 1948. 76 S.).
505. GERRIE, R. M.: Aerial photography as an aid to planning improved land use and flood control. — World Crops 5/1953, S. 405—408. (Beispiele für die Anwendung von Luftaufnahmen bei Meliorationen im Überschwemmungsbereich des Kotmale-Flusses auf Ceylon.)
506. GOUFFON, C. L.: Gully erosion surveying with aerial photographs. — Journal of Soil and Water Conservation 8, 1953, S. 173—174. (Stereoskopische Analyse von Luftaufnahmen stark zerschlungener Böden führte zu Ergebnissen, die durch Feldbeobachtungen bestätigt wurden.)
507. GUNN, R. H.: The use of aerial photography in soil survey and mapping in the Sudan. — Soils and Fertilizers 18, 1955, S. 104—106. (Bodenaufnahme einer Fläche von 15 000 Quadratmeilen im Sudan mit Hilfe von Luftbildern 1:25 000 während der zwei trockenen Jahreszeiten 1951—1953. Grundlage der Luftbildinterpretation bildeten gute Kenntnisse der Pflanzenökologie, der regionalen Bodenbildungsvorgänge und sorgfältige Felduntersuchungen ausgewählter typischer Areale mit den Luftbildern [analogous area technique]. Das Mosaik der Landnutzung erwies sich als sehr wertvoll für die Erkennung der Böden [Sorghum und Sesam auf trockenen, höher gelegenen Standorten, Depressionen versalzen und unkultiviert]. Feldvergleich besonders wichtig auf Tonböden mit trockenem Grasbewuchs, die auf den Luftbildern mit Sandböden verwechselt werden konnten.)
508. HARRIS, S. A.: The gilgaied and bad-structured soils of Central Iraq. — The Journal of Soil Science, Sept. 1958, S. 169—185, Oxford, Clarendon Press (mit 4 Luftbildern).
509. HAVEMANN, A. W. und LIVEROWSKI, JU. A.: Photographische Bodenkartierung vom Flugzeug aus (russisch). — Putschwowedeniye 1953, H. 3, S. 1—9. (Verschiedene Bodentypen, z. B. Podsol, grauer Waldboden, Schwarzerde, reflektieren im Infrarot-Bereich des Spektrums in verschiedenem Maße. Daraus ergeben sich Möglichkeiten, in Kulturlandschaften Bodentypen mit Hilfe von Infrarot-Luftbildern (7000—8000 Å) zu unterscheiden. Die Pflanzendecke kann mit Aufnahmen im Wellenbereich 580—600 Å gegliedert werden.)
510. HILLS, G. A.: The use of aerial photography in mapping soil sites. — Forestry Chronicle 26, 1950, S. 4—37. („Basic soil sites“ werden differenziert nach Wasserhaushalt und Durchlässigkeit des Bodenmaterials. Unter Verwertung der Ergebnisse von Gelände-

- untersuchungen über die Beziehungen von Feuchtigkeit und Durchlässigkeit zu Vegetation, Relief, Gewässernetz, geologischer Struktur und Landnutzung können "basic soil sites" weitgehend nach Luftbildern abgegrenzt werden.)
511. HOLMAN, W. W.: Several uses of airphoto interpretation to the soils engineer. — *Photogr. Eng.* 1956, S. 842—845.
512. HOPPE, G.: Om flygbildstolkning vid jordartskartering jämte några erfarenheter från jordartskartering i norra Lappland. — *Geologiska Föreningens Förhandlingar*, Bd. 81, H. 2, 1959, S. 307—315. (Grundsätze der Luftbildinterpretation für die Kartierung von Böden und jungen Ablagerungen werden erörtert, insbesondere auf Grund der Erfahrungen amerikanischer, kanadischer und holländischer Forscher. Sodann werden die bei Luftbildauswertungen im nördlichen Teil von Schwedisch-Lappland angewandten Methoden und gewonnenen Ergebnisse dargestellt.)
513. HUDSON, G. D.: The unit area method of land classification. — *Annals of the Assoc. of American Geographers*, Bd. 26/2, 1936/37.
514. IMMINK, R. J.: Aerial photographs and their aid to soil mapping. — *Farm. South Africa*, 1958, Nr. 10, S. 30.
515. JENKINS, D. S. u. a.: The origin, distribution and airphoto identification of United States soils with special reference to airport and highway engineering. — *Dept. of Commerce, Civil Aeronaut. Administration, Washington* 1946. (202 S., mit Photos, Karten) (Spezifisch bodenkundliche Methoden werden mit neuen Verfahren der Luftbildinterpretation kombiniert.)
516. JONES, R. G. B.: The application of air photo analysis and interpretation to soil survey and land classification. — *Rhodesia Agric. J.* 55/2, 1958, S. 195—201.
517. LEWENHAUPT, A. J.: Der Gebrauch von Luftaufnahmen bei Bodenkartierungen (russisch). — *Potschwowedenije* 1930, S. 116—122.
518. VAN LIERE, W. J.: A soil survey of the Adana Delta (Turkey). — *Proc. 4th Int. Congr. Soil Sci., Amsterdam* 1950, Bd. 2, S. 187—190.
519. VAN LIERE, W. J. und LAUFFRAY, J.: Nouvelle prospection archéologique dans la Haute Jezireh Syrienne. — *Ann. Arch. de Syrie*, IV. et V., 1954/55, S. 129—148.
520. LINDSAY, J. D. und ODYNSKY, W.: Exploratory soil survey by helicopter. — *Agric. Inst. Rev.* 11, 1956, No. 6, S. 11—12.
521. LOWDERMILK, W. C.: Use of aerial mapping in soil conservation studies. — *Civil Engineering*, Bd. 8/9, 1938, S. 605—607. (Beschreibt Methoden der Kartierung eines 400 000 Quadratmeilen großen Gebietes mit Luftbildern. Fortschritte der Aufnahmeverfahren seit der ersten Luftbildanwendung durch den Soil Conservation Service 1933.)
522. McCULLOUGH, C. R.: Airphoto interpretation of soils and drainage of Rush County, Indiana. — *Diss. Purdue University, Lafayette, Ind.* 1948. (65 S. mit Photos und Karten.)
523. Mc LERRAN, J. H.: Airphoto study and boundary delineation of Southwestern Indiana shale-sandstone soil materials. — *Diss. Purdue University, Lafayette, Ind.* 1952. (100 S. mit Karten, Photos usw.)
524. MAGRUDER, E. W.: Aerial photographs and the Soil Conservation Service. — *Photogr. Eng.* 1949.
525. MILES, R. D.: Procedures for making preliminary soils and drainage surveys from aerial photographs. — *Diss. Purdue University, Lafayette, Ind.* 1951. (65 S. mit Karten, Photos, Abb.)
526. MILLAR, C. E.: The use of aerial photographs in the Michigan land economic survey. — *Amer. Soil Surv. Bull.* 13, 1932, S. 86—88. (Abgrenzung von Bodenarten auf Photomosaik. Bei der Feldarbeit führt der kartierende Pedologe aber auch die Original-Luftbilder zum Vergleich mit.)
527. MOESSNER, K. E.: Photo classification of forest soils. — *Proc. Soc. Amer. Foresters* 1949, S. 278—291.
528. MOLLARD, J. D.: Airphoto interpretation of soils and drainage of Montgomery County, Indiana. — *Diss. Purdue University, Lafayette, Ind.* 1947. (97 S. mit Photos und Karten.)
529. MONTANO, P.: Engineering soils mapping of Indiana from airphotos. — *Photogr. Eng.* 1952, S. 719—831.
530. MONTANO, P.: The engineering significance of the airphoto patterns of Northern Indiana soils. — *Diss. Purdue University, Lafayette, Ind.* 1946. (160 S. mit Karten, Photos usw.)
531. MONZ, J.: Luftbild und Bodenkunde. — *Diplomarbeit*, angefertigt im Institut für Photogrammetrie der Universität Bonn, 1956. (85 S. Schreibmaschinen-Manuskript, zahlreiche Abb., Literaturverzeichnis.)
532. NELSON, R. E., BRADSHAW, K. E., und WIESLANDER, A. E.: Photo interpretation of vegetation and soils in wild land areas of California. — *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21, 1957, S. 106—108.
533. MÜCKENHAUSEN, E.: Die Erkennbarkeit der Böden im Luftbild. — *Unveröffentlichtes Manuskript*, 1942. (Bodenkundliche Auswertung von Luftbildplänen im Maßstab 1 : 25 000 der Umgebung von Berlin.)
534. ORFANITSKIJ, Ju. A.: Über den Zusammenhang zwischen Boden und Relief und über die Anwendung der Aerophotographie zur detaillierten Bodenkartierung (russisch). — *Potschwowedenije* 1952/4, S. 332—340.
535. PARVIS, M.: Airphoto interpretation of soils and drainage of Parke County, Indiana. — *Diss. Purdue University, Lafayette, Ind.* 1946. (108 S. mit Photos und Karten.)
536. PASTO, J. K.: Soil mapping by stereoscopic interpretation of airphotos. — *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 17, 1953, S. 135—138.
537. POLLARD, W. S. jr.: Airphoto interpretation of soils and drainage of Henry County, Indiana. — *Diss. Purdue University, Lafayette, Ind.* 1948. (65 S. mit Photos und Karten.)
538. POMERENING, J. A., und CLINE, M. G.: The accuracy of soil maps prepared by various methods that use aerial photograph interpretation. — *Photogr. Eng.* 1953, S. 809—817.
539. PRESCOTT, J. A. und TAYLOR, J. K.: The value of aerial photography in relation to soil surveys and classification. — *Council for Scientific and Industrial Research (CSIRO) Journal*, Bd. 3, No. 4, Nov. 1930, S. 229—230. (Luftbildanwendungen bei Bodenkartierungen in Australien.)
540. PUTNAM, D. F.: Pedogeography of Canada. — *Geographical Bulletin* No. 1, 1951, S. 57—85.
541. REED, W. E.: Reconnaissance soil survey of Liberia. — *U. S. Dept. of Agric., Agr. Inf. Bull.* No. 66, Washington 1951.
542. ROCKIE, W. A.: Man's effects on the Palouse. — *Geogr. Review* 1939, S. 34—45. (Quantitative Schätzung der Bodenerosionen und Hangabtragung auf Grund von Luftbildern, als Grundlage von Sanierungsmaßnahmen.)
543. ROURKE, J. D. und AUSTIN, M. E.: The use of airphotos for soil classification and mapping in the field. — *Photogr. Eng.* 1951, S. 738—747.

544. SAITOW, I. R. und INDITSCHENKO, I. G.: Über die spektrale Reflexionsfähigkeit einiger Bodentypen. — Geodäsie und Luftaufnahme, 1958, Nr. 1, S. 57—64. (Ergebnisse von Arbeiten aus dem Laboratorium für Aero-Methoden des Lehrstuhls für Kartographie der Moskauer Universität, 1955—1956. Untersucht wurden die spektralen Reflexionseigenschaften verschiedener Bodentypen in Neulandbezirken des Altai-Landes und des Gebietes Rjasan.) — (Russisch.)
545. SCOGINGS, D. A. und FRANKEL, J. J.: The air-photographic record of erosion in a small area near Natal University, Durban. — South African Journal of Science, Bd. 50, 1954, S. 313—318.
546. SEMJONOWA, N. N.: Erscheinungsformen einiger Bodenklassen in Nord-Kasachstan nach Luftaufnahmen. — Potschowodeniye (= Bodenkunde), 1958, Nr. 8, S. 105—108. (Die Bodendecke erscheint auf Luftbildern in komplexen Formen, die vor allem durch Gesteinstruktur, Ablagerung und Erosion bedingt werden. Diese Erscheinungskomplexe, z. B. in Relief, Bewuchs, Ton und Textur des Ackerlandes erkennbar, kann man mit Hilfe von Luftbildern systematisch untersuchen und sie mit bestimmten Bodenklassen [z. B. Tschernosjom, Auenböden, Solontschak, Moorböden] in Verbindung bringen.) — (Russisch, mit englischer Zusammenfassung.)
547. SIMONSON, R. W.: Use of aerial photographs in soil surveys. — Photogr. Eng. 1950, S. 308—315.
548. SIMONSON, R. W.: Statement, panel on accelerated surveying and mapping program. — Photogr. Eng. 1952, S. 639—643.
549. SKILBECK, D. und Clarke, G. R.: The uses and limitations of air surveys to soil survey work in England. — Min. Agric. Soil Survey Conf. Paper No. 35, 1931 (5 S.). (Der Hauptwert des Luftbildes liegt auf dem Gebiet der Erkundung und der Erkennung geologischer Grenzen. Gering ist sein Informationswert für den Bodenkundler in hochentwickelten Gebieten.)
550. SLAWIK, K.: Zur Anwendung der Luftbildmessung bei der Reichsbodenschätzung. — Zschr. f. Vermessungswesen 1935, S. 142—147.
551. Soil Survey Manual. — Agricultural Research Administration, U. S. Dept. of Agriculture, Handbook No. 18, Washington 1951. (Auf S. 71—83 werden Anwendungen des Luftbildes behandelt.)
552. STEINMETZ, J.: Vergleich farbiger und schwarz-weißer Luftaufnahmen auf dem Gebiet der Bodenkunde, Bodenerhaltung und Landschaftspflege. — Bildmessung und Luftbildwesen 1957, S. 116—118.
553. STEPHENS, C. G. (Hrsg.): Soil surveys for land development. — FAO Agricultural Studies, 20, Rom 1953. (110 S., 41 Abb., 28 Literaturangaben.)
554. STEVENS, J. C.: Airphoto interpretation of the Illinoian glacial drift soils in Southeastern Indiana. — Diss. Purdue University, Lafayette, Ind., 1949. (114 S. mit Photos, Karten usw.)
555. STÜBNER, K.: Luftaufnahmen-Diagnostik erosionsgefährdeter Agrarböden. — Die Umschau in Wissenschaft und Technik, 1956, H. 12, S. 370—373.
556. SUPRAPTOHARDJO, M.: Verwendbarkeit und praktische Möglichkeiten der Luftaufnahme für die Kartierung der Böden in Indonesien (indonesisch). — Tehnik Pertanian 3, H. 4, S. 109—148.
557. SWANSON, C. L. W.: Aerial photography requirements for soil survey field operations. — Photogr. Eng. 1954, S. 709—711. Auch in: World Crops 7, 1955, S. 193—194. (Bericht über die wichtigsten Ergebnisse einer vom „National Soils and Fertilizer Research Committee“, USA., durchgeführten Untersuchung über technische Voraussetzungen der Anwendung von Luftbildern bei Bodenkartierungen. Die Untersuchung gründet sich auf die Auswertung eines Fragebogens, der an alle in der Bodenkartierung tätigen Organisationen versandt wurde.)
558. Symposium: Air photos in geography and soil science. — Photogr. Eng. 1951, S. 715—779. (Beiträge von H. T. U. Smith und zahlreichen anderen Autoren.)
559. VAN TIL, C. J.: Airphoto interpretation and mapping of South-Central Indiana limestone soils. — Diss. Purdue University, Lafayette, Ind. 1948. (70 S. mit Karten und Photos.)
560. TROLL, C.: Strukturböden, Solifluktion und Frostklimat der Erde. — Geologische Rundschau, Bd. 34, H. 7/8 („Klimaheft“), 1944, S. 545—694. — (Umfassender Überblick, mit vielen ausgezeichneten Aufnahmen.)
561. TROLL, C.: Bodenkunde, Vegetationsforschung und Geomorphologie als Grundlage der Wirtschaftsplanung in Neuländern. — Geogr. Zschr., Bd. 50, 1944, S. 128.
562. TROLL, C.: Koloniale Raumplanung in Afrika. — Zschr. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1941, S. 1—41. (Kap. VI., S. 34—41: Die Methoden der landschaftsökologischen Geländeaufnahmen. Luftbildforschung und Landesplanung.)
563. TRUESDELL, P. E.: Interim Progress Report Comm. VII, Working Group No. 3: Interpretation of surface configuration, drainage, soils, geology. — Photogr. Eng. 1959, S. 121—128.
564. U. S. Department of Commerce, Civil Aeronautics Administration: Airphotos illustrating the origin, distribution and airphoto identification of United States soils. — Preliminary Technical Development Report No. 52, 1946 (63 Luftaufnahmen).
565. VAGELER, P.: Zur Bodengeographie Algiers. Faktoren der Bodenbildung und -verteilung. Die Catena als bodengenetische Einheit. — Ergänzungsheft 258 zu Petermanns Geogr. Mitt., Gotha 1955. (99 S., zahlreiche Abb., insbesondere farbige Luftbilder.)
566. VAGELER, P.: Tendencias modernas da ciencia dos solos. — Anhembi, São Paulo 1953.
567. VAGELER, P.: Die Technik der modernen bodenkundlichen Aufnahme von Großraumländern. — Berlin 1942.
568. VAGELER, P.: Die Rolle des Luftbildes in der modernen Bodenkunde. — Zschr. Ges. f. Erdkunde Berlin 1942, S. 81 (Bericht über einen Vortrag).
569. VAGELER, P.: Koloniale Bodenkunde und Wirtschaftsplanung. — P. Parey-Verlag, Berlin 1941 (16 S.).
570. VEENENBOS, J. S.: Aerial photo-interpretation and analysis for soilsurvey and landclassification purposes. — Photogrammetria XII, 1955/56, S. 376 f.
571. VEENENBOS, J. S.: Small-scale pedological photo-analysis and map compilation. — Proc. of the 6th Int. Congr. of Soil Science, Paris 1956, Bd. V/40, S. 251—255.
572. VEENENBOS, J. S.: Aerial photography and soil survey. — The Way Ahead 7, 1957, H. 1, S. 2—4.
573. VEENENBOS, J. S.: Method and costs of soil and land classification when using aerial photographs. — African Soils 4, 1957, H. 2, S. 122—135.
574. VERSTAPPEN, H. Th.: Aardrijkskunde uit de lucht: Enkele gevallen van bodemerosie in Indonesie. — Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., Nov. 1949, S. 744—747. (An 5 Luftbildern aus Neuguinea, Sumbawa und Flores werden Wirkungen von Wasser- und vor allem Wind-Erosion gezeigt.)
575. VLAM, A. W.: Aardrijkskunde uit de lucht: Voorlopers van de bodemkartering — Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., Nov. 1947, S. 773—778. (4 Luftbilder und eine Karte zeigen die Entwicklung des Maas-Waal-Mündungsgebietes, des sog. „Biesbosch“.)

576. DE WAARD, D.: Aardrijkskunde uit de lucht. — Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., Juli 1947, S. 513—519. (4 Luftbilder und 2 Bodenkärtchen nach Luftaufnahmen aus Randgebieten der Riis-Vergletscherung in den Niederlanden: Voorst, Oude-Mirdumerklif, Borger, Drente.)
577. VAN WAMBEKE, A. und VAN OOSTEN, M.: Deux exemples de l'utilisation de la photographie aérienne dans la cartographie des sols du Congo Belge. — Verhandl. d. 2. interafrikan. Bodenkongress, Bd. II, 1954, S. 911—913. (Die Grenzen von Böden mit einem ausgeprägten Mikro-Relief, Unterschiede der Bodenfarbe infolge von Drainage, sowie bestimmte Vegetationsgrenzen konnten auf Luftbildern eines Savannengebietes zu Beginn der Trockenzeit erkannt werden. Diese Grenzen wurden jedoch durch Waldbrände weitgehend zerstört. Stereoskopisches Studium von Luftbildern des Waldgebietes auf dem Yangambi-Plateau zeigte indessen das Relief genügend genau. Da hier die Verteilung der Böden eng an das Relief gebunden ist, konnte aus den Aufnahmen eine Übersichtskarte der Bodentypen hergestellt werden. Auch versumpfte Täler waren klar erkennbar. Die für Bodenkartierungen in Wald- und Savannengebieten notwendigen Geländebegehungen können mit Hilfe von Luftaufnahmen besser geplant werden.)
578. WEATHERHEAD, T. D.: Resources surveys of undeveloped areas within the British Commonwealth and Empire. — The application of aerial methods. — J. Royal Soc. Arts 99, 1951, S. 848—864. (Die dringende Notwendigkeit einer umfassenden Bestandsaufnahme der natürlichen Rohstoffvorräte mit Luftaufnahmen und Methoden der Feldforschung wird betont. Dabei wird vor allem die Verwendung von Luftaufnahmen bei Boden- und Bodennutzungskartierungen, beim Studium der Bodenerosion, für Geologie und Forstwirtschaft, besprochen.)
579. WESTERMANN, J. H. und ZONNEVELD, J. I. S.: Photogeological observations and land capability and land use survey of the island of Bonaire (Neth. Antilles). — Kon. Inst. voor de Tropen, Mededeling No. 123 (101 S., 61 Photos, Karten usw.).
580. WHITLOCK, H. W. und CROOK, D. K.: Use of aerial photographs in the publication of soil maps. — Photogr. Eng. 1951, S. 747—754.
581. WIESLANDER, A. E. und STORIE, R. E.: Vegetational approach to soil surveys in wild-land areas. — Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 17, H. 2, 1953, S. 143—147.
582. WOODS, K. B., HITTLE, J. E. und FROST, R. E.: Use of aerial photographs in the correlation between permafrost and soils. — Milit. Engineer, Bd. 40, Nov. 1949, S. 497—499 (mit Karten und Photos). (Luftbilder sind wertvoll zur Erkennung von Permafrostböden. Charakteristisch dafür sind Polygon-Strukturen, sehr flache Topographie, zahlreiche elliptische Seen und Sandrücken.)
583. WRIGHT, M. S.: The application of aerial photography to land use problems. — Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 1936, S. 357—360.
584. YANG, S. T.: Airphoto interpretation of drainage and soils of Fountain County, Indiana. — Diss. Purdue University, Lafayette, Ind. 1947. (77 S., Photos und Karten.)
585. ZYGANENKO, A. F.: Über einen Versuch mit Anwendung von Luftbildmaterial zur Bodenkartierung. — Geogr. Sbornik, Bd. 7, 1955 (russisch).

DIE ENTWICKLUNG DER VIEHWIRTSCHAFT IN NEUSEELAND

Mit 9 Abb. und 2 Tabellen

ERIKA SELLENBERG

Summary: The Development of Livestock Farming in New Zealand.

The favourable natural conditions in New Zealand are an important basis for her prosperous livestock industry. To the first inhabitants, the Maoris, domesticated animals were unknown; pigs, sheep, and cattle, as well as other animals from Europe, were brought into the country by European settlers. After the subsistence agriculture of the early decades of colonization, the age of pastoral farming began about the middle of last century. Very extensive raising of sheep for wool in the tussock-grasslands of the South Island was the first type of farming to produce for export. In the following years, large areas in the North Island were cleared of their native bush and scrub in order to be used as extensive hill-country pastures for sheep; and in the plains of the South Island arable farming was introduced. But it was not before the last decades of the century that impetus was given to intensive livestock farming on the marginal plains. Fat stock production and dairying were now furthered by improved farming methods, new farm machinery and by the invention of refrigeration, which has made possible the shipment of perishable products to distant markets. Since then, intensification and rationalization of all types of farming have been important elements in New Zealand's livestock industry and, through the changes in her economic history, have resulted in making those remote islands in the Pacific one of the world's foremost suppliers of livestock products.

Der vorliegende Aufsatz möchte die Entfaltung der Wirtschaft Neuseelands verfolgen, eines Landes, das sich innerhalb eines Jahrhunderts aus wenig bekannten Inseln zu einem der wichtigsten Weltmarktlieferanten viehwirtschaftlicher Erzeugnisse entwickelt hat.

Grundlegend für diesen Werdegang sind die günstigen natürlichen Voraussetzungen, die das Land bietet. Auf den neuseeländischen Inseln (Abb. 1)¹⁾ ist ein feuchtes, kühlgemäßigtes Klima mit nur geringen Schwankungen des Niederschlags und der Temperatur vorherrschend, das bei der natürlichen Vegetation in weiten Gebieten einen subtropischen bzw. subantarktischen Regenwald gedeihen ließ und bei der Kulturvegetation einem üppigen Wachstum der eingeführten Futtergräser förderlich ist. Nur der im Regenschatten gelegene Ostteil der Süd-Insel zeichnet sich durch ein kontinentaleres Klima aus, und die Ostabhänge der neuseeländischen Alpen tragen auch heute noch eine xerophile Tussockgrasvegetation. Hier ist

¹⁾ Quelle zu Abb. 1:

BARTHOLOMEW, J., & Son, 1952.