

yield relationship are geographical or not, they certainly open up a new horizon in regional analysis of land use and water resources management.

Conclusion

The study of evapotranspiration has been a difficult and often controversial subject in meteorology. Part of the difficulty stems from the fact that the potential evapotranspiration and potential maximum evapotranspiration are not distinguished even among the research workers in the field. For the estimation of potential evapotranspiration the PENMAN equation and the simple energy budget approach are adequate. For the determination of potential maximum evapotranspiration, the evaporation pan, when properly handled, is probably the best field instrument, although the apparatus for eddy correlation technique show great promise. In any event the various methods should be checked against lysimeter results whenever possible.

The large body of lysimeter, pan evaporation, energy budget and other data scattered throughout the world needs to be assembled and put into useful form. For those parts of the world where routine observations are scanty, sample studies of the BOWEN ratio, the relationship between net and incoming radiation, the depletion curve, and the storage capacity go a long way toward solving the water balance equation. Such sample studies do not have to be carried out for a long time, since most items in the equation do not vary greatly from year to year. This derivation of climatic norms from a few point studies is one of the objectives of what BRYSON calls "field climatology"⁹⁷.

The study of the water balance requires a consideration not only of meteorological facts, but also of soil and vegetation factors. The classifications by KÖPPEN and THORNTHWAITE leave much to be desired in view of recent progress in the study of evapotranspiration. When properly determined, each item in the water balance equation has a definite physical meaning. No longer should moisture conditions be characterized in vague or meaningless indices, suitable for descriptive and pedagogic purposes but invariably failing outside the classroom. If quantification has a place in human geography, all the more should it be used with precision in physical geography.

Literature

This article is based on several special papers, which are rather difficult to come by in Central Europe. On the other hand there are quite a few essays on this topic in German scientific writing as well. The editors would like to mention only the following:

- GENTILI, J.: Die Ermittlung der möglichen Oberflächen- und Pflanzenverdunstung, dargestellt am Beispiel von Australien. In: *Erdkunde* VII, 2 (1953), S. 81—93.
 HAUDE, W.: Die Verteilung der potentiellen Verdunstung in Ägypten. In: *Erdkunde*, Bd. XIII, H. 3 (1959).
 HAUDE, W.: Zur Bestimmung der Verdunstung und des Wasserhaushaltes in Trockengebieten des Vorderen Orients zwischen Nil und Euphrat. In: *Wasser und Boden* 1963.

⁹⁷) R. A. BRYSON, oral communication.

HAUDE, W.: Zur praktischen Bestimmung der aktuellen und potentiellen Evapotranspiration. Mitt. d. Dt. Wetterdienstes Nr. 8 Bad Kissingen 1954.

ALBRECHT, F.: Die Berechnung der natürlichen Verdunstung (Evapotranspiration) der Erdoberfläche aus klimatologischen Daten. Ber. d. Dt. Wetterdienstes Bd. 83, 1962, S. 1—19.

UHLIG, S. Berechnung der Verdunstung aus klimatologischen Daten. Mitt. d. Dt. Wetterdienstes 6, 1954, 1—24.

For further reading see bibliography in:

KELLER, R. Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes, Berlin 1961, Leipzig 1962.

DIE SÜDLICHEN OSTERSEEN BEI IFFELDORF IN OBERBAYERN

Luftbildinterpretation einer Jungglaziallandschaft

Mit 3 Abbildungen und 1 Luftbild

JOHANN BODECHTEL

Summary: The southern Oster lakes near Iffeldorf, Upper Bavaria.

Using as example the Oster lake area, the relief of which is due to the disintegration of the Quaternary ice sheet, the paper demonstrates the applicability of geomorphological interpretation of air photographs for identifying glacial deposits. Photo-geological analysis facilitates their immediate classification. Various glacial landforms which are frequently only distinguishable on a morphological basis, such as aser, drumlins, kames and kettleholes, can thus be mapped with a degree of precision hardly attainable in field mapping.

Die photogeologische und geomorphologische Interpretation, die sich zur Deutung eines Luftbildes weitgehend an typische morphologische Erscheinungen anhängt, ist ganz besonders geeignet, in formenreichen Glaziallandschaften, wo die Mannigfaltigkeit des Kleinreliefs im Gelände das Bild leicht verwirrt, als bevorzugtes Hilfsmittel zu dienen. Neben dem größeren Überblick über die allgemeinen Zusammenhänge erlaubt die stereoskopische Betrachtung von Luftbildern auch ein detailliertes Studium der oft nur nach ihrer Ausbildung und Form einzustufenden glazialen Bildungen. Als äußerst günstig erweist sich die zwei- bis vierfache Überhöhung des Reliefs im Stereomodell. So ist es möglich, in einer Glaziallandschaft, die zwar formenreich ist, aber meist keine großen Höhenunterschiede aufweist, durch die Überhöhung auch noch kleinste Reliefunterschiede zu unterscheiden und so kleine, aber oft typische Formen übertrieben und somit klarer und eindeutiger zu erkennen.

Das hier herausgegriffene Beispiel umfaßt einen Teil des bekannten Osterseengebietes (ROTHPLETZ 1917, WASMUND 1934, ZORELL 1924, 1941) südlich des Starnberger Sees (Abb. 1). Diese Seenplatte zeigt eine typische Eiszerfall-Landschaft der Rückzugsphase der letzten Würmvereisung, die sich in diesem Gebiet vom Südufer des Starnberger Sees bis an den Alpenrand bei Kochel und Murnau erstreckt (TROLL 1938). Das Luftbild, das unter dem Stereoskop mit Hilfe der seitlich bei 60% Überlappung anschließenden Bildern interpretiert wurde, erfährt einen Teil des Ostersees und der Staltacher Seen am oberen Bildrand, den Fohnsee, den Sengsee und die Iffeldorfer Seen. Am rechten

Bildrand liegt die Ortschaft Iffeldorf, am unteren Bildrand der Weiler Steinbach (Abb. 1). Bei der Interpretation wurden die vorhandene Literatur und Karten nicht verwendet. Erst nach Abschluß der Interpretation wurden die Ergebnisse mit den Arbeiten früherer Autoren verglichen und im Gelände überprüft. Zum Verständnis der allgemeinen Zusammenhänge sei hier kurz auf die wichtigsten Probleme hingewiesen.

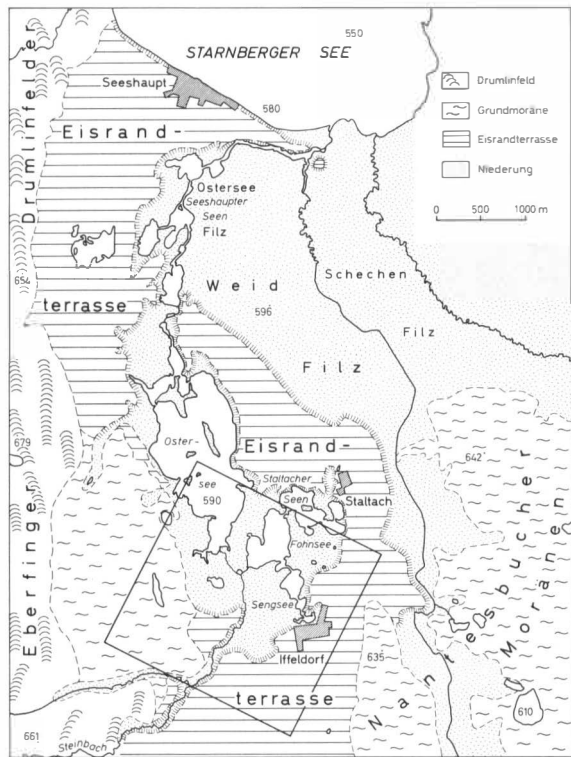


Abb. 1: Übersichtskarte der Jungglaziallandschaft südlich des Starnberger Sees mit Lageskizze des interpretierten Luftbildes

(n. Rothpletz 1917 u. topographische Karte 1:25 000, Nr. 8133, 8134, 8233, 8234)

Nach dem Abschmelzen des großen würmeiszeitlichen Isar-Loisach-Vorlandgletschers blieben in den stark übertieften Zungenbecken große Toteismassen zurück, im Ammersee-, Starnbergersee- und Wolfratshausener Becken. An diese langsam abschmelzenden Toteismassen wurde randlich fluvioglaziales Material angeschüttet, das teils aus flachen, sehr schuttreichen Gletscherzungen stammte, die kurzfristig von der bis an den Alpenrand zurückgeschmolzenen Haupteis- masse in das Vorland vorstießen. Eine solche Zunge bewegte sich zu der Zeit, als am Ammersee- und Starnbergerseebecken schon Toteis lag, auf dem Höhenrücken zwischen den beiden Becken. Diese flache, aber schuttüberladene Zunge hinterließ nach ihrem Rückzug die Grundmoränenlandschaft des Eberfinger-Drummlindefeldes. Während das mächtige Toteis im Becken des heutigen Starnberger Sees bis nach dem Rückzug solcher Zungen als einheitlicher Eiskuchen vorlag, sind

die weniger mächtigen Teile des Toteiskörpers im Osterseegebiet noch während des Bestehens der Eberfinger Zunge stärker abgeschmolzen und in einzelne Blöcke zerfallen. So wurde zuerst an das Toteis des Ostseegebietes Material angeschüttet, das zur Bildung der mächtigen Kames- oder Randterrasse um den noch zusammenhängenden Toteiskuchen führte. Das Eis schmolz allmählich ab, wobei in den subglazialen Entwässerungsrinnen Oser gebildet wurden. Der Eiskuchen zerfiel in einzelne Klötze, zwischen denen Kamesbildungen abgelagert wurden. Nach dem Rückzug der Eberfinger Zunge schmolzen die Toteisreste. So entstanden als Negativ der Toteiskörper Hohlformen, die — da nach Abschmelzen der Eberfinger Zunge keine Zufuhr fluvioglazialer Schotter mehr erfolgte — nicht zugeschüttet werden konnten. Toteis, das in den Schottern der Terrassen und in den Kames eingebettet war, bewirkte nach dem Abschmelzen ein Nachstürzen der überdeckten Schotter zu zahlreichen Toteiskesseln.

Das bearbeitete Luftbild zeigt nun einen typischen Ausschnitt aus dieser Eiszerfall-Landschaft mit den oben beschriebenen charakteristischen Bildungen. Das Toteisfeld ist umrahmt von der Seeshaupt-Staltacher-Iffeldorfer Eisrandterrasse im Osten und Süden und der Grundmoränenlandschaft des Eberfinger Drummlindefeldes im Westen (Abb. 1).

Ein ausgeprägtes morphologisches Element ist die Kames- oder Eisrandterrasse, eine völlig horizontale Terrassenfläche im östlichen und südlichen Teil des Bildes, die mit einer scharfen Kante gegen das Becken der Osterseen abbricht. Die Kante, an der auch die Ortschaft Iffeldorf liegt, schmiegt sich in ihrem Verlauf dem Rande des ehemaligen Toteises an. Ein Teil dieser Terrasse ist, da weniger hoch, erst später, also nachdem das Eis schon beträchtlich an Höhe verloren hatte und teilweise schon von der ersten Kante gegen das Seebecken zurückgeschmolzen war, gebildet worden. Es ist dies der Sporn, der längs des Steinebaches in der westlichen Bildhälfte weit nach Norden vorspringt. Die ungleiche Höhe der verschiedenen alten Terrassen ist im Stereomodell an der durch Überhöhung bedingte Reliefübertreibung besonders gut zu erkennen.

Die als langgestreckte Rücken sehr gut zu erkennen- den Oser sind in Nord-Südrichtung angeordnet, also sicher parallel den Längsspalten und somit auch der Eisbewegungsrichtung des früheren Gletschers. Die Oser lassen sich im Luftbild, vor allem dort, wo sie bewaldet sind und sich mehrfach verzweigen, weit besser als im Gelände verfolgen und auskartieren. Dies gilt besonders für die Oser in der westlichen Bildhälfte südlich des Ostersees (Luftbild). Auffällig ist weiterhin, daß die Oser längs einer quer durch die Bildmitte laufenden Linie in ihrem Nord-Südverlauf für ein kurzes Stück unterbrochen sind. Dies hängt sicher mit einer NW-SE verlaufenden subglazialen Schwelle zusammen, nämlich der Zone des Molassenuntergrundes, in der die ungefaltete Molasse gegen die gefaltete Molasse aufgebogen ist. Im Bereich dieser Schwelle sind sämtliche Oser unterbrochen. Der Verlauf der Schwelle ist auch durch starke Grundwasserquellaustritte markiert (Abb. 2).

Nach dem Zerfall der zusammenhängenden Eis- masse in einzelne Blöcke, die im Luftbild zu erkennen



Die südliche Osterseenplatte im Luftbild

(Das Luftbild ist als Stereotriplet für stereoskopische Betrachtung eingerichtet. – Freigegeben durch Bayr. Minist. für Wirtsch. u. Verkehr No. G 10/11 v. 23. 5. 58)

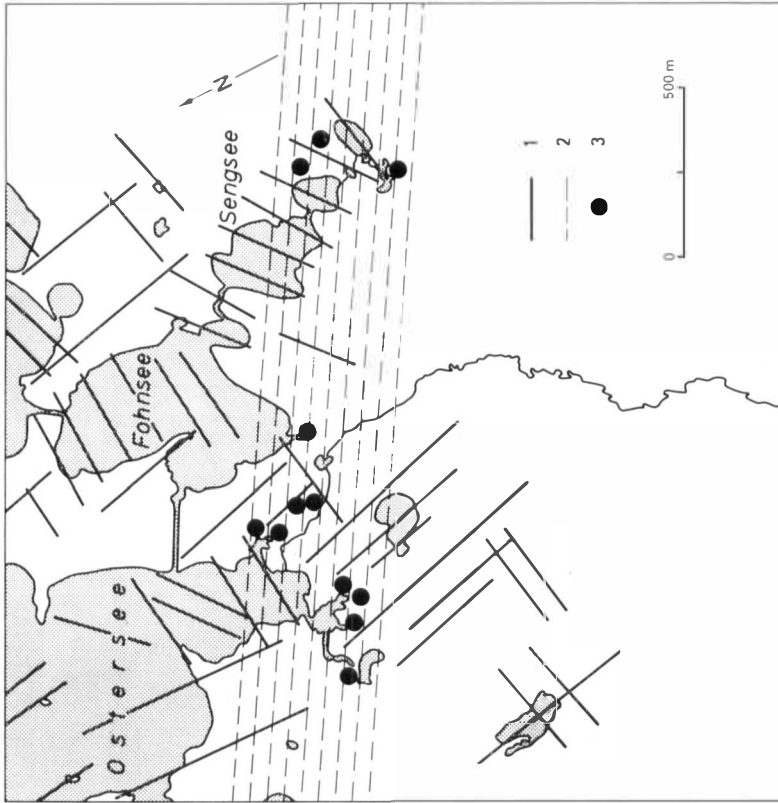


Abb. 3: Strukturskizze der südlichen Osterseenplatte

1 Längsachsen der Toriskörper und Oser, die den Spaltensystemen des Gletschers zuzuordnen sind; 2 Bereich der subglazialen Härtingsschwelle aus Gesteinen des aufgebogenen Flügels der ungefalteten Molasse; 3 daran gebundene Quelltrichter

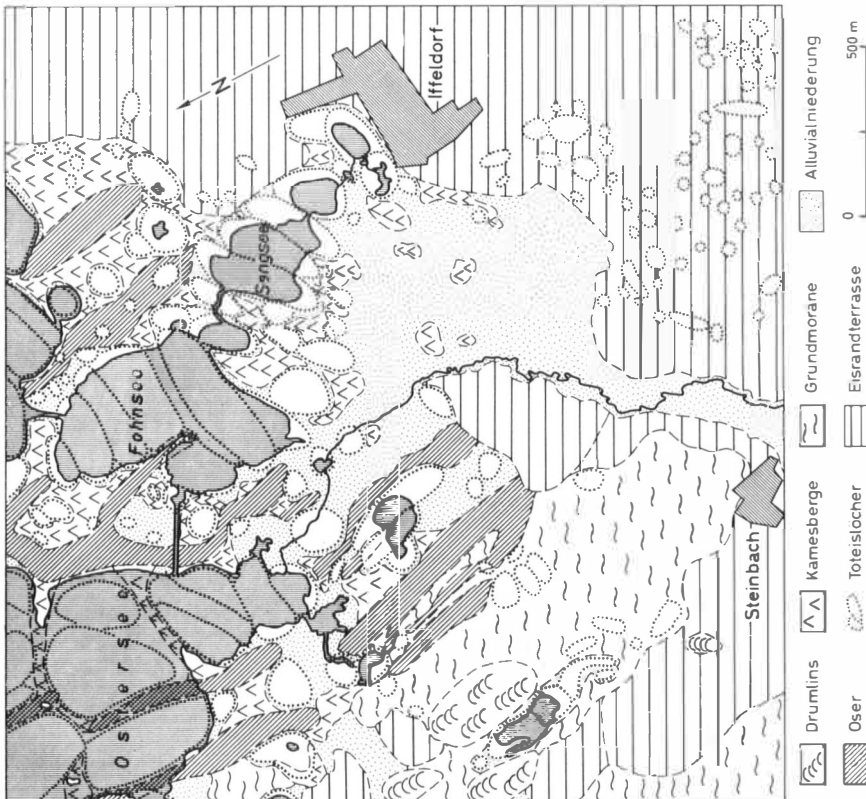


Abb. 2: Photogeologisch-morphologische Karte der südlichen Osterseenplatte

sind, wurde der freie Raum und die Spalten mit fluvioglazialen Schottern zugeschüttet. Diese Kamesbildungen sind im bearbeiteten Gebiet weit verbreitet. Besonders im Luftbild ist die sonst oft schwierige Unterscheidung von Oser und Kames, begünstigt durch den besseren Überblick, wesentlich erleichtert. Oft gehen zwar auch in der vorliegenden Aufnahme Oser und Kames ineinander über, jedoch erlaubt die Nord-Südausrichtung der Oser gegenüber der unregelmäßigen Anordnung der Kames eine Trennung beider Bildungen.

Das auffälligste morphologische Element dieses Luftbildes sind die unzähligen Toteiskessel. Man kann hier sehr gut zwei Typen unterscheiden:

Einmal sind es kleinere Toteisreste, die in den Schottern der Randterrasse und der Oser-Kames eingebettet waren und nach ihrem Abschmelzen ein Nachstürzen des überlagernden und randlichen Schotter zu kleinen Kratern bewirkten. Ganze Felder dieser „Sölle“, oder im bayerischen Sprachgebrauch „Dellen“, liegen in der Eisrandterrasse südlich Iffeldorf. Auch die Kameshügel in der nord-östlichen Bildecke sind mit solchen Einsturzlöchern durchsetzt.

Der zweite Typ sind größere Toteisformen, die teils als Eisrestseen (Ostersee, Sengsee, Fohnsee, Iffeldorfer Seen und Staltacher Seen) und teils als mooriges Gelände vorliegen. Hier wurde das Toteis nicht zugeschüttet, sondern nur randlich angeschüttet, sei es in Form der Kameshügel oder der Randterrasse. Das Eis schmolz erst ab, als es nicht mehr zur Zufuhr von Schottern kam. So sind die Hohlformen erhalten geblieben und dort, wo sie unter den Grundwasserspiegel reichen, mit Wasser gefüllt.

Besonders dieser letztere Typ ist nur aus Luftbildern eindeutig auszukartieren. Neben dem Relief und der heutigen Uferlinie der Seen sind hier die Grautöne des Bodens im Photo ein wichtiges Hilfsmittel. Morphologisch nicht hervortretende Kamesbildungen lassen sich durch den helleren Grauton von dem heute vermoorten dunkler gefärbten Bereich des Toteises unterscheiden. Auch lassen sich die Kamesbildungen in die Seen hinaus im seichteren Wasser als helle Streifen verfolgen. Man erreicht so ein sehr differenziertes Bild der einzelnen Toteiskörper, das sich im photographisch nicht mehr erfaßten Bereich der Seen im Relief der Seegrundkarten verfolgen läßt (ZORELL 1924, 1941). Die verschiedenen Eisrestseen zerfallen in mehrere Hohlformen einzelner Toteiskörper. Die einzelnen Toteisformen zeigen eine auffällige Orientierung in ihrer Längserstreckung. Es sind fast ausschließlich lange, schmale, in verschiedenen Richtungen parallel angeordnete Formen. Die Längsachsen sind eindeutig drei Richtungen, die sicher mit der Spaltenstruktur des Eises zusammenhängen, zuzuordnen (Luftbild, Abbildung 2).

Der große Ostersee und die südlich gelegenen Lachen lassen sich in Toteiskörper gliedern, deren Längskante vorwiegend Nord-Süd, also den Osern parallel, laufen. Der Fohnsee, der Sengsee und die Iffeldorfer Seen zerfallen in Körper mit E-W und NE-SW Richtung. Diese auffällige Orientierung ist folgendermaßen zu erklären: Beim Zerfall des großen Eiskuchens im Osterseenbecken schmolz das Eis von Schwächezonen, also von den Spalten aus ab. So sind die verschiedenen

Richtungen dem Spaltensystem des primären, noch bewegten Gletscher zuzuordnen. Die N-S-Richtung entspricht, wie auch die Erstreckung der Oser, den Längsspalten. Die E-W- und NE-SW-Richtungen weisen auf randliche Zugspalten hin, die ja oft in spitzwinklig sich schneidenden Systemen auftreten. Diese Überlagerung zweier Systeme von Zugspalten läßt sich häufig an rezenten Gletschern beobachten. Sie treten immer dort auf, wo der Gletscher eine Härtingsschwelle überfließt, die nicht gleichmäßig hoch ist, so daß durch das Relief bedingt verschiedene Spannungen auftreten. Die zweite Möglichkeit, die aber hier nicht in Betracht kommt, ist, daß sich bei einer schmalen Gletscherzunge die Zugspalten des rechten und des linken Randes überlagern. Im bearbeiteten Beispiel liegt sicher die Härtingsschwelle, die an den E-W streichenden aufgerichteten Südfügel der ungefalteten tertiären Molasse gebunden ist, diesen Zugspaltensystemen zugrunde (Abb. 3). So gibt die Anordnung der Toteisformen ein Bild über den ursprünglichen, sich noch in Bewegung befindlichen Gletscher. Diese Beobachtungen setzen eine Übersicht über das Gebiet voraus, die neben der Möglichkeit, die einzelnen Formen genauer zu begrenzen, nur aus Luftbildern in diesem Maße zu erreichen ist.

Am westlichen Bildrand ist verwaschene Grundmoräne zu erkennen, die oft in die Eisrandterrasse übergeht oder von ihr überdeckt wird. In der Grundmoräne liegen einige typische Drumlinkörper, die ebenso wie die Oser sich in Nord-Süd-Richtung erstrecken. Es sind die östlichsten Ausläufer des Eberfinger Drumlinfeldes. Der Übergang der Eiszerfall-Landschaft mit Eisrandterrassen, Oser und Kames in die Grundmoräne ist ohne scharfe Grenze. Es scheint, daß dieser Teil der Grundmoräne zur Zeit der Bildung der Eisrandterrasse schon nicht mehr vom Eis der Eberfinger Zunge bedeckt war, sondern, da eisfrei, von fluvioglazialen Schottern überarbeitet und teilweise bedeckt wurde. Die damalige Grenze des Eises der Eberfinger Zunge ist knapp westlich des Bildausschnittes zu sehen.

Postglaziale, alluviale Bildungen sind der Einschnitt des Steinbaches in die Eisrandterrasse und das Schwemmland im südlichsten Teil des Osterseenbeckens. Hier hat der Schwemmkegel des Steinbaches die Toteisformen zugeschüttet, so daß nur noch einige höhere Kameshügel herausragen.

Als hydrologische Besonderheit sind im Bild Quelltrichter, in denen artesisch leicht gespanntes Grundwasser austritt, südlich des Ostersees und des Fohnsees sehr gut zu erkennen. Diese starken Quellen sind, wie schon erwähnt, an den steil aufgerichteten Südfügel der ungefalteten Molasse gebunden (WASMNÜD 1934). Ihre Anordnung auf einem NW-SE verlaufenden Streifen läßt auf das Streichen der subglazialen Schwelle schließen (Abb. 3).

Künstlich sind die Durchstiche oder Kanäle, die den Staltacher See mit dem Fohnsee und den Fohnsee mit dem Ostersee verbinden.

Zusammenfassend zeigt dieses Bild, daß sich eine Glaziallandschaft vorzüglich zur Luftbildinterpretation eignet. Die Arbeit mit Luftbildern erlaubt gerade bei derartigen Aufgaben ein kürzeres und vor allem genaueres Studium der Phänomene. Im Stereomodell

kann man eindeutig, auch ohne vorherige Kenntnis des Gebietes oder hier der geologischen Karte von ROTHPLETZ (1917), die typische Eiszerfall-Landschaft ansprechen. Die verschiedenen Glazialablagerungen, wie Kamestrassen, Oser, Kames, Drumlins und Moränen, lassen sich im allgemeinen ausgezeichnet unterscheiden. Beim Studium der Toteisformen ermöglicht die Photointerpretation in diesem Beispiel eine Genauigkeit, die mit Geländearbeit wohl kaum erreicht werden kann. Die photogeologische Analyse solcher Landschaften erlaubt, da nicht die Gesteine, sondern die Oberflächenformen maßgebend sind, eine direkte Bestimmung aus dem Luftbild. Es ist hier nicht notwendig, erst einen photogeologischen Schlüssel, der dann im Gelände kontrolliert und den lithologischen oder stratigraphischen Einheiten zugeordnet wird, aufzustellen.

Literaturverzeichnis

ROTHPLETZ, A.: Die Osterseen und der Isar-Vorlandgletscher. Mitt. Geogr. Ges. München, 12, S. 99—296, 1917
 —: Geologische Karte des Osterseengebietes, München 1917, 1 : 25 000
 TROLL, C.: Der Eiszerfall beim Rückzug der alpinen Vorlandgletscher in die Stammbecken, Verh. III. Intern. Quartärkonferenz, Wien 1936, S. 152—160, Wien 1938
 WASMUND, E.: Grundwasserverhältnisse und Seespiegelschwankungen im oberbayerischen Osterseengebiet, Mitt. Geogr. Ges. München, 27, S. 87—123, 1934
 ZORELL, F.: Bemerkungen zur Tiefenkarte des Ostersees, Mitt. Geogr. Ges. München, 17, S. 282—286, 1924
 —: Beiträge zur Kenntnis der oberbayerischen Osterseen. Mitt. Geogr. Ges. München, 33, S. 19—42, 1940/41

NEW ZEALAND AGRICULTURE:
 THE NEW FRONTIER

With 10 figures

By W. B. JOHNSTON

Zusammenfassung: Neuseelands Landwirtschaft - die neue Vorstoßfront.

Die Prozesse, die zur Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche geführt hatten, gehören zu den „klassischen“ Themen der historischen Geographie Neuseelands. Erst kürzlich ist man sich jedoch dessen bewußt geworden, daß in den vergangenen dreißig Jahren die landwirtschaftliche Nutzfläche nur wenig vergrößert wurde. Trotzdem erfolgte eine erhebliche Zunahme der landwirtschaftlichen Erzeugung. Dieser Aufsatz behandelt einige der wesentlichen Veränderungen der Agrarproduktion seit 1930 für Neuseeland im ganzen. Besonders betont werden die Auswirkungen interner technischer Veränderungen und die Folgen der geänderten Außenhandelsbeziehungen auf die Produktion. Diese Veränderungen machen einen Teil der neuen Vorstoßfront der neuseeländischen Landwirtschaft aus und lenken ihrerseits die Aufmerksamkeit auf Gesichtspunkte, denen bisher zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Zu diesen gehören zahlreiche sozial-ökonomische Aspekte der Landwirtschaftsstruktur, zum Beispiel Farmgrößen, Landzersplitterung, Besitzstruktur sowie Wanderungsbewegungen von landwirtschaftlichen Arbeitern und Farmern.

New Zealand is about as new as anything one can get in the "New World" in the sense that sustained European occupation extends not much over one cen-

tury. The three main islands — North (44,000 square miles), South (58,000 square miles) and Stewart (700 square miles) — and minor islands cover a total area of just under 104,000 square miles. The population reached two and a half millions (including over 175,000 Maoris) in 1963; 68 per cent live in the North Island and 32 per cent in the South Island. The average annual rate of increase between the censuses of 1956 and 1961 was 2.1 per cent and natural increase is very high. For a decade now, the excess of births over deaths has been at least 17 per 1,000 population.

Much of the efforts of New Zealanders over the century of settlement has been expended on occupying and developing the land for farms. This has at times required considerable ingenuity in order to capitalise on certain favourable conditions in the natural environment and to extend the frontiers of settlement¹⁾. It is proposed in this paper to examine some of the more important elements of change that are now operating and which constitute the "new frontier" in New Zealand's agriculture. For this purpose New Zealand is considered as a whole, in the sense of an economic unit within the world scene. The concern is, therefore, not with the differential changes that are occurring in the various regions of New Zealand but rather with the sum of these changes.

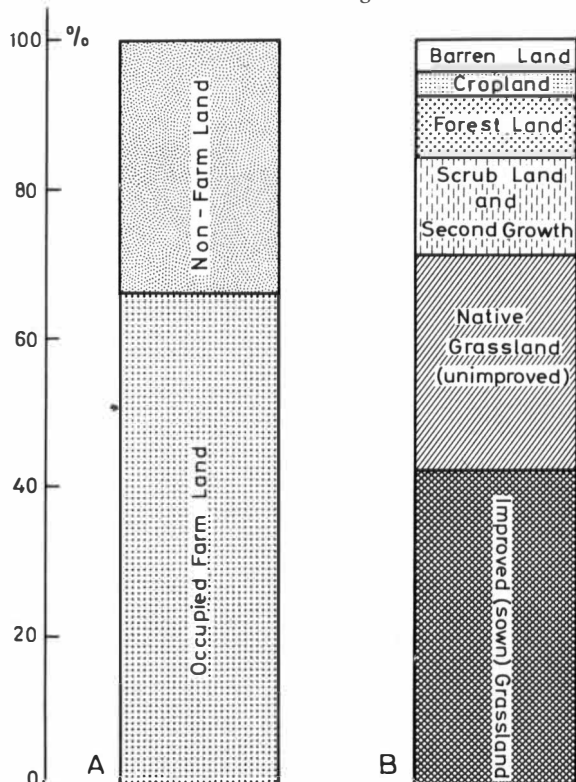


Fig. 1: Land Use in New Zealand 1960.

A Farmland as percentage of land; B Use of occupied farm land as percentage of total occupied farm land (Source: New Zealand Official Yearbook = NZ Yearbook).

¹⁾ U. SCHWEINFURTH: Stewart Island (Neuseeland): Entwicklungsversuche am Rande der Ökumene in anderthalb Jahrhunderten, Die Erde, Vol. 93, 1962, pp. 279—306.