

- GEIPEL, R.: Kritische Betrachtungen bei der Interpretation eines U-2 Luftbilds von New York-Manhattan, in: Geogr. Rdsch. 31, 1979, H. 5, S. 218–222.
- HOBIE, D.: The ZEISS G-2 STEREOCORD: a simple stereoplotter for computer supported plotting, in: Photogrammetric Record 47, 1976, 8, S. 563–582.
- JORDAN, E.: Grundsätzliches zum Unterschied zwischen tropischem und außertropischem Gletscherhaushalt unter besonderer Berücksichtigung der Gletscher Boliviens, in: Erdkunde Bd. 33, 1979, H. 4, S. 297–309.
- JORDAN, E. et al.: The glacier inventory of Bolivia, in: IAHS-AISH Publ. No. 126, 1980, S. 25–32.
- MOHL, H. & FAUST, H. W.: Computer-Aided Interpretation of Aerial Photography using the STEREOCORD G2, in: ISP-IUFRO-Symposium, Freiburg, 1978, 7 S.
- MOHL, H.: Conception and accuracy of the program system for the STEREOCORD G2, in: XIV. Kongreß d. Int. Ges. f. Photogrammetrie, Hamburg 1980, S. 177–186.
- PATZER, W. & VOLLMAR, R.: Die Auswertung von Satelliten- und Luftbildern, in: Geogr. Rdsch. 32, 1980, H. 3, S. 122–123.
- RUTHSATZ, B.: Pflanzengesellschaften und ihre Lebensbedingungen in den Andinen Halbwüsten Nordwest-Argentiniens, Dissertationes Botanicae Bd. 39, Vaduz 1977, 168 S.
- RUTHSATZ, B. & MOVIA, C. P.: Relevamiento de las estapas andinas del noreste de la Provincia de Jujuy – Republica Argentina, Fundacion para la Educacion, la Ciencia y la Cultura, Buenos Aires 1975, 127 S.
- SCHNEIDER, S.: Luftbild und Luftbildinterpretation, Lehrbuch d. Allg. Geographie Bd. XI, Berlin/New York 1974, 530 S.
- SCHWIDEFSKY, K. & ACKERMANN, F.: Photogrammetrie, Stuttgart 1976, 7. Aufl., 384 S.

## WASSER UND RAUM IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Mit 1 Abbildung

PETER FRANKENBERG UND WILHELM LAUER

Im Jahr 1979 erschien der hydrologische Atlas der Bundesrepublik Deutschland<sup>\*)</sup> als eine exemplarische Dokumentation über den immer wichtiger werdenden „Rohstoff Wasser“ in allen seinen Aspekten, ein Ergebnis langjähriger Arbeit mehrerer Wissenschaftler unter der Gesamtleitung von R. KELLER, finanziell unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Die wissenschaftliche wie wasserwirtschaftliche Bedeutung dieses Werkes ist gleich hoch zu veranschlagen. Die genaue Kenntnis der hydrologischen Verhältnisse wie Wasserbilanz, Wasserhaushalt, Dynamik und räumliche Verteilung des Wassers und Wasserbeschaffenheit werden für einen dicht besiedelten und weitgehend industrialisierten Raum wie die Bundesrepublik Deutschland immer wichtiger.

Geht man davon aus, daß das Nutzwasser für den Menschen und seine Wirtschaft nur dem Überschuß an Wasser im Wasserhaushalt entnommen werden kann – nämlich dem Betrag, um den der Niederschlag die Verdunstung übersteigt –, so wird rasch klar, daß der Bilanzierung des Wasserhaushaltes in den verschiedenen Regionen eine entscheidende Rolle in der Raumplanung zukommt. So gilt eine Vielzahl der Karten des Atlaswerkes der Darstellung der Einzelkomponenten des Wasserhaushaltes und ihrer Zusammenschau in Raum und Zeit.

Die hydrologische Bestandsaufnahme des Atlaswerkes basiert auf der klimatologischen Periode 1931 bis 1960. Der Leitmaßstab der Kartendarstellungen der wesentlichen hydro-

drologischen Parameter ist 1:2 Mio., hydrogeologische Karten sind in 1:1 Mio. dargestellt, Verdunstungs- und Strahlungskarten im Maßstab 1:4 Mio.

Ein Kernstück des hydrologischen Atlas sind zweifellos 17 Abflußkarten, die Auskunft über Güte, Temperatur, Härte, Chlorid- und Schwebstoffgehalt der Fließgewässer geben. Wir erfahren weiterhin Auskünfte über folgende Themenbereiche:

Geographische Grundlagen, Meßstellennetz, Wassereinnahme, klimatologische Grundlagen, Verdunstung, Abfluß, Wasserbeschaffenheit.

1. Zu den ‚geographischen Grundlagen‘ gehören geologische und pedologische Karten, eine hydrogeographische Übersichtskarte von Mitteleuropa und eine detaillierte, nach Einzugsgebieten differenzierte Gewässernetzkarte, in der auch die kleinsten Wasserläufe verzeichnet sind. Für eine Wasserbilanzierung, die sich an den Realitäten der Landschaft orientiert, sind überdies die Karten der Feldkapazität der Böden und des pflanzenverfügbaren Wassers im Wurzelraum der Leitböden von großem Interesse. Dazu treten Karten der Luftkapazität und der Wasserdurchlässigkeit der Böden.

2. Die Karte der Stationsdichte des Beobachtungsnetzes zeigt große räumliche Disparitäten auf: hohe Dichtewerte z. B. im Taunus und im Harz, wenig Klimastationen in der Eifel oder im südwestdeutschen Schichtstufenland. Karten der Pegelmeßstellen und des Meßnetzes für physikalische und chemische Wassergüteuntersuchungen weisen ebenfalls kein homogenes Stationsnetz aus. Insgesamt gestatten die Meßnetze jedoch durchaus engmaschige raumrelevante Aussagen.

3. Für Niederschlagsmessungen (Niederschlag bearbeitet von SCHIRMER) standen 1977 2554 Stationen zur Verfügung. Den bei den Messungen auftretenden Fehlbetrag der Nie-

<sup>\*)</sup> Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland, im Auftrage der Deutschen Forschungsgemeinschaft unter der Gesamtleitung von R. KELLER, herausgegeben von: U. DE HAAR, R. KELLER, H. J. LIEBSCHER, W. RICHTER, H. SCHIRMER, Boppard, 1979; Atlas, Einltg. und 68 Kartenblätter mit 103 Ktn.

derschlagssummen kann man auf maximal 25 % schätzen. Die Überprüfung der Niederschlagswerte förderte die überraschende Erkenntnis zutage, daß in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt ca. 10 % mehr Niederschlag fällt als tatsächlich gemessen wird. Im Rahmen der Wasserbilanz ergibt sich für das Bundesgebiet ein mittlerer Niederschlag von 837 mm. Die Karte der Niederschlagsverteilung (Jahresmittelwerte) weist geringste Werte von weniger als 500 mm im Rhein-Hessischen Tafel- und Hügelland aus. Sehr niedrige Werte zeitigt auch das Mittelrheintal zwischen Bingen und Koblenz sowie die Zülpicher Börde. Höchste Werte von über 2000 mm werden im nördlichen Schwarzwald und in den Alpen registriert.

Für Wasserhaushaltsfragen winterkühler Gebiete sind die Schneemengenkarten von großem Interesse. Die Variabilität des Niederschlagsaufkommens von Jahr zu Jahr liegt zwischen 15 und 20 %, einzelne Extremjahre, wie das Trockenjahr 1959, werden in Text und Karte ausführlich behandelt. Im gesamten Mittelrheintal überstieg damals die Zahl der Trockentage den Wert von 180.

4. Als Grundlagen zur rechnerischen Ermittlung der Verdunstung (HENNING/LIEBSCHER) weist das Atlaswerk Karten der Lufttemperatur und der Strahlung aus. Drei verschiedene Ansätze dienen der Berechnung des „Output“-Gliedes der Wasserbilanz.

5. Die Verdunstung wird über das Wasserhaushaltsverfahren abgeleitet sowie nach den Formeln von PENMAN und von ALBRECHT berechnet. Nach dem Wasserhaushaltsverfahren ( $V = N - A$ ) ergibt sich für das Bundesgebiet eine mittlere aktuelle Verdunstungshöhe von 519 mm/Jahr. Auf die Transpiration der Pflanzen entfallen davon nach Untersuchungen KELLERS 371 mm, 82 mm können als Interzeptionsverdunstung angesehen werden, 47 mm beträgt die reine Bodenverdunstung, 11 mm evaporieren von freien Wasserflächen, und 8 mm des gefallenen Niederschlags werden anthropogen verbraucht. Es zeigt sich hier die eminente Bedeutung der Pflanzenwelt für die Höhe der Verdunstung. Mit variierender Pflanzenbedeckung ändert sich die Verdunstung auffallend, wie dies auch LAUER und FRANKENBERG (1978) am Beispiel Mexikos aufgezeigt haben. In der Raumstruktur der Bundesrepublik Deutschland ergeben sich nach dem Wasserhaushaltsverfahren die höchsten aktuellen Verdunstungswerte (über 600 mm) im Bereich des Schwarzwaldes und des westlichen Alpenvorlandes.

Karten der ‚potentiellen Verdunstung‘ (Evapotranspiration) wurden nach HENNING und HENNING (1976) über die PENMAN-Formel mit variierender Albedo erstellt. Karten der berechneten ‚aktuellen Verdunstung‘ basieren auf dem Wärmehaushalts-Ansatz von ALBRECHT. Dieser Ansatz hatte sich als der realistischste erwiesen. Dies zeigen auch Vergleiche mit der über das Wasserhaushaltsverfahren abgeleiteten aktuellen Verdunstung.

6. Eine Synthese aus Niederschlagsangebot und Verdunstungsgrößen stellt die Karte der Abflußverhältnisse der Bundesrepublik Deutschland dar (Abb. 1) (Bearbeiter LIEBSCHER und KELLER). Es werden die mittleren jährlichen Wasserüberschüsse aufgezeigt als Resultierende von  $N - V$  (Niederschlag - Verdunstung). Der Karte liegen 1800 Stationen zugrunde, an denen Abfluß gemessen wird; dazu verzeichnen 1300 weitere Stellen die Wasserstände. Da überall in der Bundesrepublik Deutschland im langjährigen Jahresmittel Abfluß registriert wird, ist  $N > V$ , d. h. es existieren im Mittel keine ariden Gebiete. Die mittlere Abflußhöhe beläuft sich auf 313 mm/Jahr. Die Abflußgleichen zeigen niedrigste

Werte, um 50 mm, im Bereich des Mainzer Beckens und im Lee des Pfälzer Waldes (Abb. 1). Bei größeren Niederschlagsdefiziten kann dort durchaus ein Jahr arid sein, wie z. B. 1959. Zahlreiche Bewässerungsmaßnahmen in der Landwirtschaft dieser Räume deuten an, daß die Sommermonate z. T. als arid anzusehen sind. Klimatisch weist das Mainzer Becken im langjährigen Mittel z. B. ein Wasserdefizit von 50–100 mm auf. Allgemein zeigen Beckenlagen die geringsten Wasserüberschüsse und Gipfellagen Spitzenwerte. Diese erreichen in den Mittelgebirgen 600–800 mm und übersteigen im Alpenraum 1400 mm. Diese Wassermengen sind im Mittel nutzbar, sei es für Bewässerungszwecke, Kraftwerke, Industrie oder Trinkwasser. Entscheidend für die Flußregime der großen Flußsysteme ist allerdings auch der Zufluß von außerhalb des Bundesgebietes. Er beläuft sich, bezogen auf den gesamten Staatsraum, auf 334 mm/Jahr.

Den Flüssen selbst und ihrem Regime ist ein wesentlicher Teil des Atlaswerkes und auch des Textbandes gewidmet. Abfluspenden, Hoch- und Niedrigwasserverhältnisse, hydrologische Längsschnitte der wichtigsten Flüsse und ausführliche Beschreibungen auch aus historischer Sicht bieten nahezu umfassende Informationen zur großräumigen Betrachtung unserer Flußregime.

Die Grundwasserhältnisse sind von RICHTER und HOFMANN mit zahlreichen Abbildungen zu einzelnen Grundwasserlandschaften analysiert. Detaillierte hydrogeologische Karten runden das gegebene Bild der Grundwasserhältnisse ab.

Auch die Gestaltung der Küsten (PETERSEN) und die Frage der Gezeiten (DOLEZAL) wird behandelt. So stieg etwa der Meeresspiegel im Holozän zwischen 7500 und 6000 B.P. um 25 m an und steigt noch in jüngster Zeit um Beträge von 25–30 cm/Jahrhundert. Kaum irgendwo wird der transitive Charakter des Klimas deutlicher als im Küstengebiet (Sturmfluten!). Jede Veränderung zu wärmeren oder kälteren Bedingungen drückt sich unmittelbar in Meeresspiegelschwankungen aus.

7. Die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften unserer Gewässer (KNÖPP) sind relativ gut bekannt. Auch die thermischen Verhältnisse werden ausführlich beschrieben und dargestellt. Die Gewässergütekarte gibt den Stand von 1971/72 wieder. Sie zeigt in der bekannten Grün- bis Rot-Skala die Verschmutzungszentren unserer Binnengewässer auf. Karten der Wasserwirtschaft und der Wasserstraßen beschließen das ausgezeichnete Atlaswerk und seinen sehr informativen Textband. Die methodischen Grundlagen aller Karten sind ausführlich in deutsch und englisch erläutert. Dies dürfte dem Atlas eine Verbreitung über den deutschen Sprachraum hinaus sichern.

Das Werk macht im ganzen deutlich, wie stark sich die Eingriffe des Menschen in die Landschaft auf die hydrologischen Verhältnisse ausgewirkt haben. Man kann auch feststellen, daß es in Deutschland noch natürliche Wasserläufe gibt. Flußbegradigungen, Kanalisierungen und andere wasserbauliche Veränderungen haben den Abfluß und die Hochwasserspitzen verstärkt.

Die Vorarbeiten zu dem Atlaswerk wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft als Beitrag der Bundesrepublik Deutschland zur Internationalen Hydrologischen Dekade 1965–1974 gefördert. Der Atlas selbst entstand dann im Rahmen eines Schwerpunktprogramms in enger Zusammenarbeit mit den einschlägigen Behörden des Bundes und der Länder.

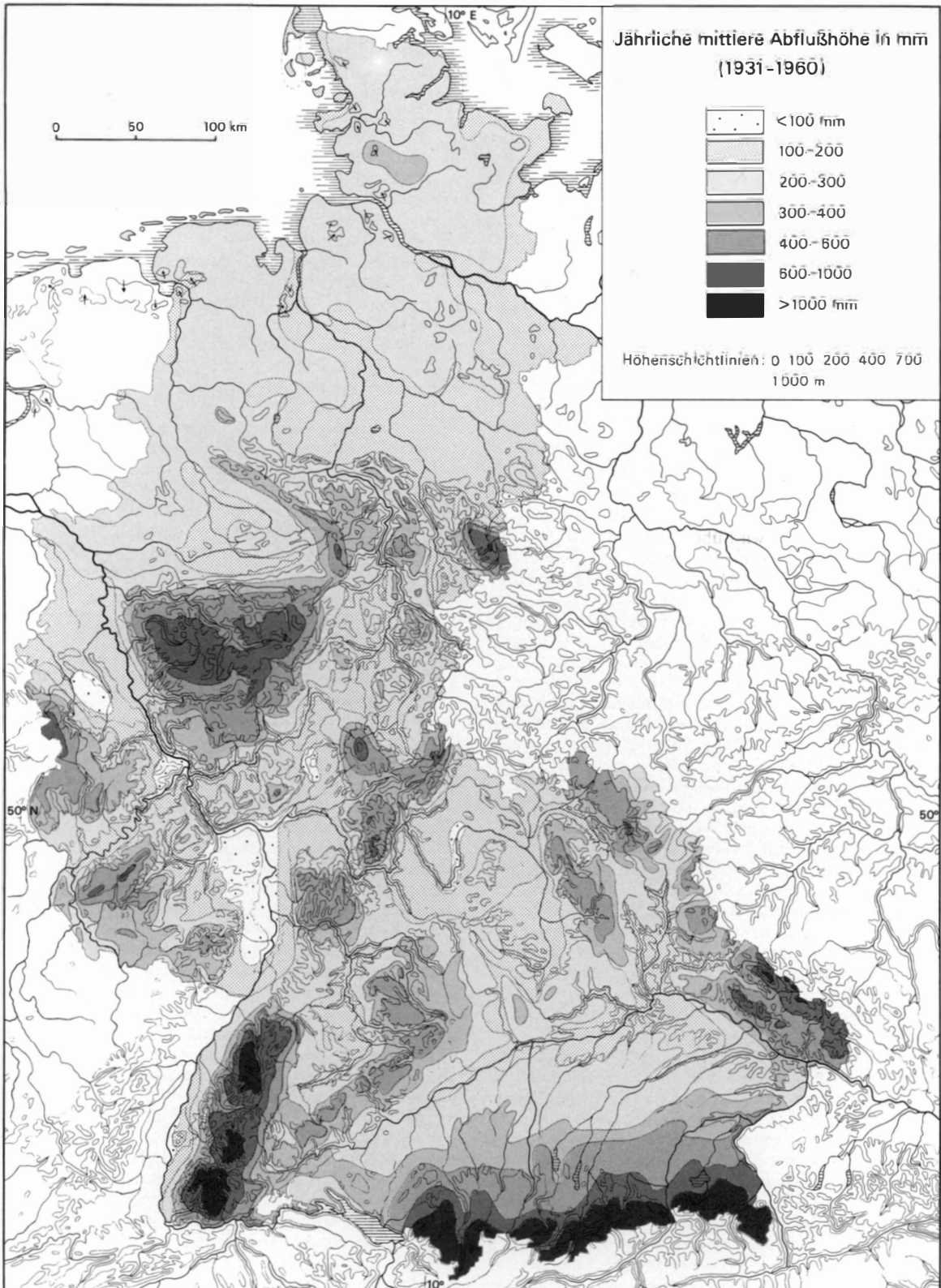


Abb. 1: Mittlere Abflußhöhe im Raume der Bundesrepublik Deutschland, nach: Hydrologischer Atlas, 1979, vereinfacht

Mit diesem Atlas legt KELLER eine wohlgelungene Synthese seiner gewässerkundlichen und hydrologischen Arbeiten für den Raum der Bundesrepublik vor. Die weiteren Herausgeber und Sachbearbeiter sind zum großen Teil seine Schüler oder langjährige Mitarbeiter.

Der Atlas wird in seiner exemplarischen Dokumentation ein beispielhaftes Standard- und Quellenwerk im Beziehungsgefüge Mensch/Umwelt darstellen, denn das Wasser ist ein substantieller Rohstoff, ohne den menschliches Dasein – wie überhaupt das Existieren einer Lebewelt auf der Erde – nicht möglich ist.

#### Literatur

- HENNING, I. und HENNING, D.: Die klimatische Trockengrenze, Meteorologische Rundschau, 29, 5, 1976, S. 142–151.  
 KELLER, R.: Die hydrographische Gliederung Deutschlands. Bemerkungen zur gewässerkundlichen Arbeitskarte 1:500 000, Berichte zur deutschen Landeskunde, Bd. 10, 1, 1951, S. 76–86.  
 – : Der mittlere Niederschlag in den Flußgebieten der Bundesrepublik Deutschland, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 103, 1958.

- : Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Eine Einführung in die Hydrogeographie, Berlin, 1961.  
 – : Wasserbilanz der Bundesrepublik Deutschland, Umschau in Wissenschaft und Technik, 3, 1971, S. 73–78.  
 LAUER, W. und FRANKENBERG, P.: Untersuchungen zur Ökologie des östlichen Mexiko – Erläuterungen zu einer Klimakarte 1:500 000 – in: Klimatologische Studien in Mexiko und Nigeria, hrsg. von W. LAUER, Colloquium Geographicum, 13, 1978, S. VII–134.  
 LIEBSCHER, H. J.: Water balance of the Federal Republic of Germany, UNESCO-WMO-workshop on the water balance of Europe, Warna, 1976.  
 SCHIRMER, H.: Mittlere Niederschlagssummen (mm) für die Bundesrepublik Deutschland, Jahr und Hydrologische Halbjahre. Zeitraum 1891–1930, Maßstab 1:1 Mio, Deutscher Wetterdienst, 1960.  
 – : Die räumliche Verteilung der Bänderstruktur des Niederschlags in Süd- und Südwestdeutschland. Klimatologische Studie für Zwecke der Landesplanung. Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 205, 1973.  
 WUNDT, W.: Die mittleren Abflußhöhen und Abflußpenden des Winters, des Sommers und des Jahres in der Bundesrepublik Deutschland, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 105, 1958.

## BUCHBESPRECHUNGEN

STÄBLEIN, GERHARD (Hrsg.): Geomorphologische Detailaufnahme. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm I. – Berliner Geogr. Abh. H 30, 90 S., 35 Abb., 2 Beil., 17 Tab., Selbstverlag Inst. Phys. Geogr. FU Berlin, 1978, DM 18,–.

Seit 1976 wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft das „GMK-Schwerpunktprogramm zur geomorphologischen Detailaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland“ finanziert. Mit dem vorliegenden Heft soll über Erfahrungen und weiterführende Überlegungen im GMK-Projekt berichtet werden. Das GMK-Schwerpunktprogramm will die konventionelle Vereinheitlichung der Bezeichnungen und kartographischen Darstellungen geomorphologischer Sachverhalte erreichen, um geomorphologische Informationen verständlicher umsetzen zu können, analytisch-komplexe Aufnahme- und Darstellungsverfahren von geomorphologischen Sachverhalten erproben und die systematische anwendungsorientierte Diskussion über geomorphologische Grundvorstellungen intensivieren.

Im ersten Beitrag behandeln D. BARSCH, O. FRÄNZLE, H. LESER, H. LIETKE & G. STÄBLEIN die Konzeption der Geländeaufnahme und der kartographischen Darstellung. – Über Erfahrungen bei der geomorphologischen Luftbildanalyse und der Auswertung von Unterlagen der Bodenschätzung berichtet G. STÄBLEIN. Mit dem Stand der automatischen Datenverarbeitung in der geologischen Kartierung des NLFb befaßt sich der Beitrag von R. VINKEN, J. BARCKHAUSEN & H. PREUSS. – In Anlehnung daran diskutieren D. BARSCH & G. STÄBLEIN die Möglichkeit, einen EDV-gerechten Symbolschlüssel für die geomorphologische Detailaufnahme zu entwickeln. – Abschließend stellen H. LESER & G. STÄBLEIN die 3. Fassung der Legende der GMK 25 vor. – Das Heft vermittelt dem Außenstehenden einen Einblick in die Arbeit an der GMK 25, von der inzwischen 5 Blätter ausgedruckt vorliegen.

KLAUS HEINE

VOPPEL, GÖTZ: Verkehrsgeographie. Erträge der Forschung, Band 135. XI u. 176 S., 4 Tab., 13 Abb., Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1980. DM 33,–

Die Erträge der Forschung aus dem Bereich der Verkehrsgeographie in einem 150-Seiten-Bändchen zusammenzustellen, ist eine schwere Aufgabe. Sie erfordert einerseits umfassende Stoffübersicht, andererseits Mut zur Beschränkung. Der Autor hat die gestellte Aufgabe gelöst. Er gliedert seine Übersicht in sechs Hauptabschnitte: Stellung und Arbeitsfelder, theoretische Ansätze, Erschließungspotentiale, räumliche Auswirkungen, Raumbeanspruchung und Beziehung zum Wirtschaftsraum. Die eigenen Gedanken des Autors hierzu bilden den Rahmen für eine knappe Würdigung des jeweils relevanten Schrifttums. Dabei ist die Auswahl der dargebotenen Forschungserträge schwerpunktmäßig auf die Bundesrepublik Deutschland abgestellt; Beiträge über mitteleuropäische, österreichische und schweizerische Verkehrsprobleme konnten hier nicht erörtert werden. Auch das außerdeutsche Schrifttum (englisch, französisch, slawisch) mußte, durch den Umfang bedingt, auf die wichtigsten Beiträge beschränkt werden; hier müssen andere bibliographische Quellen weiterführen.

WERNER RUTZ

BÖSE, MARGOT: Die geomorphologische Entwicklung im westlichen Berlin nach neueren stratigraphischen Untersuchungen. – Berliner geographische Abhandlungen, 28: 43 S., 3 Tab., 14 Abb., 24 Bilder, 1 Kte. Selbstverl. Inst. f. Phys. Geographie d. FU Berlin, 1979. DM 14,–.

Im Mittelpunkt dieser von D. JÄKEL betreuten Arbeit stand die Untersuchung von drei Kiesgruben im West-Berliner Stadtgebiet beiderseits der Havel. Dabei gewann die Kiesgrube südlich des Gatower Flugplatzes besondere Bedeutung, weil in ihr ein paläobota-