

Zusammenfassung

Im vorliegenden Aufsatz werden mit Hilfe der Interpretation kosmischer Aufnahmen Teilaspekte der regionalen Struktur des östlichen Harzvorlandes analysiert. Dabei ist für einen seit langem intensiv erforschten und kartographisch detailliert erfaßten Raum ein Erkenntniszuwachs nur partiell zu erreichen. Bedeutungsvoll ist die Möglichkeit, mit Hilfe von kosmischen Aufnahmen eine regionale Analyse bestimmter territorialer Erscheinungen durchzuführen. Hierzu zählen zum Beispiel die Aufdeckung linearer Geostrukturen (Photolineationen), die Erfassung des aktuellen Arealgefüges des Territoriums und die Beobachtung aktueller Veränderungen in der Verbreitung territorialer Phänomene (Bergbau-, Siedlungs-, Waldflächen, Hochwassergebiete, Baustellen u. a.).

Summary

On the geoscientific interpretation of cosmic photographs of the eastern piedmont of the Harz Mountains

In the paper in question partial aspects of the regional structure of the eastern piedmont of the Harz Mountains are analysed by means of interpreting cosmic photographs. In that case an increase in knowledge can be only partially achieved for an area which has been intensively explored and cartographically mapped in detail for a long time. The possibility of making a regional analysis of certain territorial phenomena by means of cosmic photographs is significant; e.g. the discovery of linear geostructures (photolineations), the mapping of topical regional structures of the territory and the observation of topical variations in the distribution of territorial phenomena (mining and settlement areas, woodland, flood areas, sites and others) are included here.

Резюме

К истолкованию космических снимков восточного предгорья Гарца в аспекте наук о Земле

В настоящей статье с помощью истолкования космических снимков анализируются частичные аспекты региональной структуры восточного предгорья Гарца. При этом следует лишь частично достичь прироста познания для уже давно интенсивно исследуемого и картографически детально охваченного пространства. Значимой является возможность

Zur geowissenschaftlichen Interpretation kosmischer Aufnahmen aus dem östlichen Harzvorland

Mit 8 Abbildungen, 4 Photos und 1 Tabelle im Text

Autor:

GERD VILLWOCK
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Sektion Geographie
4020 Halle (Saale)
Domstraße 5

unter Mitarbeit von
Dr. KARL-HEINZ JOHN
Akademie der Wissenschaften der DDR
Zentralinstitut für Physik der Erde
1500 Potsdam
Telegrafenberg A 17

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 7
Seite 3...18
VEB H. Haack Gotha 1982

проведения регионального анализа определённых территориальных явлений с помощью космических снимков. Сюда, к примеру, относятся открытие линейных геоструктур (линейные элементы фотографии), охват актуального площадного сложения территории и наблюдение за актуальными изменениями в распространении территориальных феноменов (пространства, занятые горным промыслом, поселениями, лесами; районы паводка, стройки и др.).

1.

Vorbemerkungen

Die geowissenschaftliche Interpretation kosmischer Aufnahmen ermöglicht wesentliche Aussagen über die regionale Struktur eines Gebietes und bringt vor allem für wissenschaftlich und kartographisch geringer erschlossene Regionen einen hohen Erkenntniszuwachs. Daß die Auswertung solcher Fernerkundungsergebnisse auch in vergleichsweise gut bekannten mitteleuropäischen Gebieten zu nützlichen Ergebnissen führt, zeigen viele Untersuchungen (MÜHLFELD 1976; Sojus-22 erforscht die Erde, 1980 u. a.). Aufgabe der Untersuchung war nicht in erster Linie die Gewinnung neuer Erkenntnisse über Geostrukturen des Untersuchungsraumes, sondern es ging darum, die durch Publikationen hinreichend bekannten territorialen Strukturen in den kosmischen Aufnahmen zu identifizieren.

Die Grundlage für die folgenden Interpretationsbeispiele bildet ein Ausschnitt einer aus der sowjetischen Raumstation SALUT-6 im Jahr 1978 aufgenommenen Photographie mit der Multi-spektralkamera MKF-6m, die den Harz mit seinen nördlichen, östlichen und südlichen Vorländern erfaßt. Der Originalmaßstab der in 6 Spektralkanälen aus rund 250 km Höhe gewonnenen Aufnahme ist 1:2 000 000. Der hier interpretierte Bildausschnitt des östlichen Harzvorlandes wurde auf den Maßstab 1:200 000 vergrößert. Es wurden vorwiegend Papierabzüge der Bildpositive verwendet.

Bei der Arbeit mit dem Bildmaterial kamen in erster Linie visuelle Interpretationsmethoden unter Zuhilfenahme des Interpretoskops (VEB Carl Zeiss Jena) und verschiedener Lese- und Vergrößerungsgeräte zur Anwendung. Bei Detailuntersuchungen (siehe Abschnitt 4.3.) wurde mit dem Gerätesystem DENSITRON-2 (Zentralinstitut für Isotopen- und Strahlenforschung der AdW der DDR, Leipzig) gearbeitet.¹

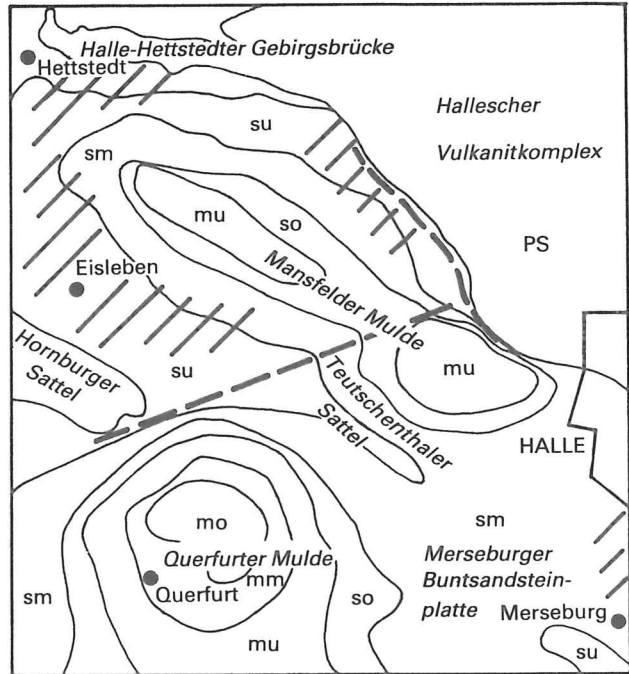
¹ Der Autor dankt den Mitarbeitern des Methodisch-Diagnostischen Zentrums des Zentralinstituts für Physik der Erde der AdW der DDR für die erwiesene Unterstützung bei der Durchführung der Bildauswertung, in gleicher Weise Herrn Doz. Dr. habil. M. Schwab, Halle, für die geologische Beratung.

2.

Das Untersuchungsgebiet

Der bearbeitete Bildausschnitt der kosmischen Aufnahme beinhaltet eine rund 720 km² große Fläche der Kreise Eisleben, Hettstedt, Saalkreis, Stadtkreis Halle, Merseburg und Querfurt des Bezirkes Halle. Die Nordbegrenzung verläuft zwischen den Städten Hettstedt und Könnern, im Süden erreicht der Ausschnitt die Unstrut; die Begrenzung im Westen und Osten bilden der östliche Rand des Harzes und das Saaletal (Abbildung 1). Die durchschnittliche Höhe des Raumes über dem Meeresspiegel liegt bei 150...200 m und steigt von Norden nach Süden an. Die höchste Erhebung ist der Petersberg nördlich von Halle mit 250 m ü. NN, die tiefsten Bereiche liegen im Saaletal bei Könnern (unter 70 m ü. NN).

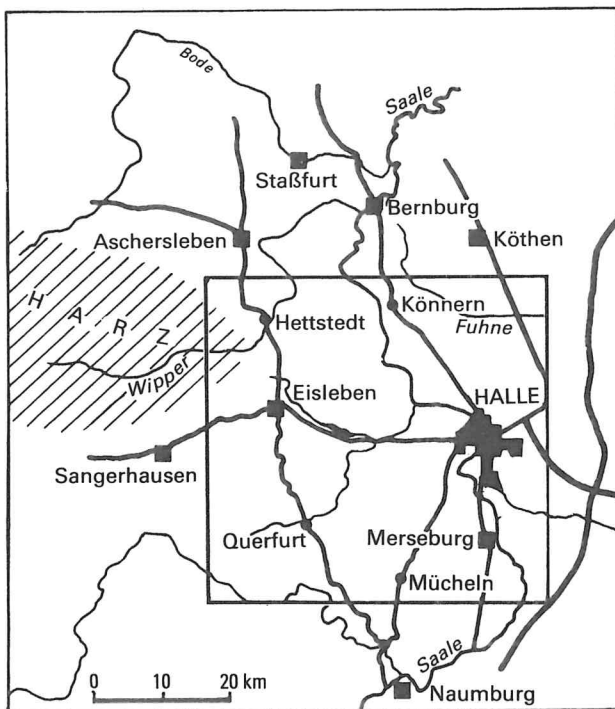
Der geologische Bau des Gebietes (Abbildung 2) wird durch die gehobenen, aus paläozoischen Gesteinen bestehenden Schollen der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke und des Halleschen Vulkanitkomplexes im Norden und des Hornburger Sattels im Südwesten bestimmt. Zwischen diese eingesenkt liegen die Bereiche der Mansfelder



PS	Permosiles	0 4 8 km
su	Unterer Buntsandstein	
sm	Mittlerer Buntsandstein	
so	Oberer Buntsandstein	
mu	Unterer Muschelkalk	
mm	Mittlerer Muschelkalk	
mo	Oberer Muschelkalk	
///	Subrosionsbereiche	

Abbildung 2
Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes (ohne Känozoikum);(verändert nach BRENDL 1976)

Abbildung 1
Lage des Untersuchungsgebietes „Östliches Harzvorland“



und Querfurter Mulde mit ihren gestörten triassischen Schichttafeln als nördliche Ausläufer der Thüringer Senke. Die beiden genannten, herzynisch streichenden Mulden werden durch den Teutschenthaler Sattel getrennt; ihre östliche Begrenzung bildet die Merseburger Buntsandsteinplatte. Mit der das Triasgebiet durchteilenden NE-SW streichenden Hornburger Tiefenstörung und der den Halleschen Vulkanitkomplex im Südwesten begrenzenden NW-SE streichenden Halleschen Marktplatzverwerfung queren zwei bedeutende tektonische Leitlinien das Gebiet.

Die schüsselförmig lagernden triassischen Sedimente streichen in verschiedenen breiten Bändern aus, die auf Grund ihrer lithologischen Eigenschaften und der dadurch bedingten selektiven Abtragung unterschiedliche morphologische Formen bewirken. So bilden die Kalksteine des Muschelkalks im Zentrum der Mulden ebene Hochflächen; im Ausstrich des Röt (Oberer Buntsand-

stein) treten weite und flache, subrosionsbedingte Täler auf, schwach modellierte Hochflächen und schichtstufenartige Formen kennzeichnen den Ausstrich des Mittleren und Unteren Buntsandsteins. In den Arealen mit oberflächennah anstehenden permosilesischen Gesteinen (Porphyry, Konglomerate, Sandsteine) treten flachhängige Plateaubereiche mit wannen- und kerbförmigen Tälchen auf. Stärker zerschnitten und durch Kuppen gegliedert sind die Randbereiche zum Saaletal.

Bedeutenden Einfluß auf die Reliefformung hat die känozoische Lockergesteinsdecke, die v. a. aus Tonen, Sanden, Kiesen, Geschiebemergel und Löß besteht. An sie sind in weiten Bereichen des Gebietes flachwellige Geländeformen (Plateaus, Terrassen) gebunden. Insbesondere in den Randbereichen der Mansfelder Mulde treten intensive Subrosionserscheinungen des Zechsteinsalinars im Untergrund auf, die sich an der Oberfläche in charakteristischen Formen des Reliefs, wie Senken, Erdfällen und Salzspiegeltälern äußern.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Region des niederschlagsarmen Binnenlandklimas im Lee des Harzes und dessen Übergangsbereichen zu Regionen mit höheren Niederschlägen. Die Niederschlagshöhen schwanken zwischen 430 mm im Raum Eisleben und 530 mm im Ostteil des Gebietes, die mittleren Temperaturwerte von Januar und Juli liegen bei 0 °C bzw. 18 °C.

Der nördliche und zentrale Teil des untersuchten Raumes gehört nach AUGUST (in: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands 1959) zur Großlandschaft Östliches Harzvorland. Im Südteil hat der Bildausschnitt Anteil an der Querfurter Platte und dem Unteren Unstrut-Berg- und Hügelland.

Der Bezirk Halle ist der bedeutendste Industriebezirk der DDR und weist einen hohen Konzentrationsgrad der Industrie und eine große Anzahl wirtschaftlicher Einrichtungen auf. Die Bevölkerungsdichte liegt im Bildausschnitt bei ca. 220 Ew./km², schwankt zwischen über 500 000 in der Stadt Halle und 50 Ew./km² im Kreis Querfurt. Die größten Siedlungen sind die Bezirksstadt Halle (1978 – 231 446 Ew.), Halle-Neustadt (91 091 Ew.), Merseburg (52 056 Ew.), Eisleben (27 973 Ew.) und Hettstedt (19 838 Ew.).

Das wirtschaftliche Profil des Untersuchungsgebietes als Teilgebiet und Randzone des Ballungs-

gebietes Halle–Leipzig wird durch die chemische Industrie, den Maschinen- und Fahrzeugbau, die Metallurgie, die Energie- und Brennstoffwirtschaft und die Kaliindustrie bestimmt. Kennzeichnend ist eine intensive landwirtschaftliche Großflächenproduktion auf Grundlage der sehr günstigen natürlichen Bedingungen (Löß-Schwarzerde-Böden). Von den ca. 87 000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche ist der überwiegende Teil (70 %) Ackerland. In dem Bereich um den Süßen See und nördlich von Halle befinden sich bedeutende Obstbauanlagen.

Die wichtigsten Industriestandorte sind entlang des Saaletales im östlichen Teil des Bildausschnittes (Halle, Merseburg, Leuna, Schkopau, Geiseltal) und am östlichen Harzrand (Eisleben, Hettstedt) lokalisiert. Zum Teil volkswirtschaftlich bedeutende Vorkommen von Braunkohle, Kupferschiefer, Kalisalz, Kalk, Steine und Erden waren und sind die Grundlage für einen intensiven Bergbau (Geiseltal, Röblingen, Mansfeld, Teutschenthal).

Wichtige überregionale Verkehrswege queren das Gebiet des Bildausschnittes in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung; sie besitzen in Halle einen zentralen Knotenpunkt.

Der hohe Konzentrationsgrad von Produktion und Bevölkerung stellt an landeskulturelle Maßnahmen zur Sicherung der Umweltbedingungen und -ressourcen hohe Anforderungen. Wichtige Erholungsfunktionen erfüllen das Gebiet um den Süßen See, der Unterharz und das Saaletal zwischen Halle und Könnern.

3. Ausgewählte Beispiele für die geowissenschaftliche Interpretation der kosmischen Aufnahmen

3.1.

Geologische Merkmale

Ein wesentliches Moment der geologischen Interpretation von kosmischen Aufnahmen stellt die Auswertung linearer Bildelemente (Photolineatio-

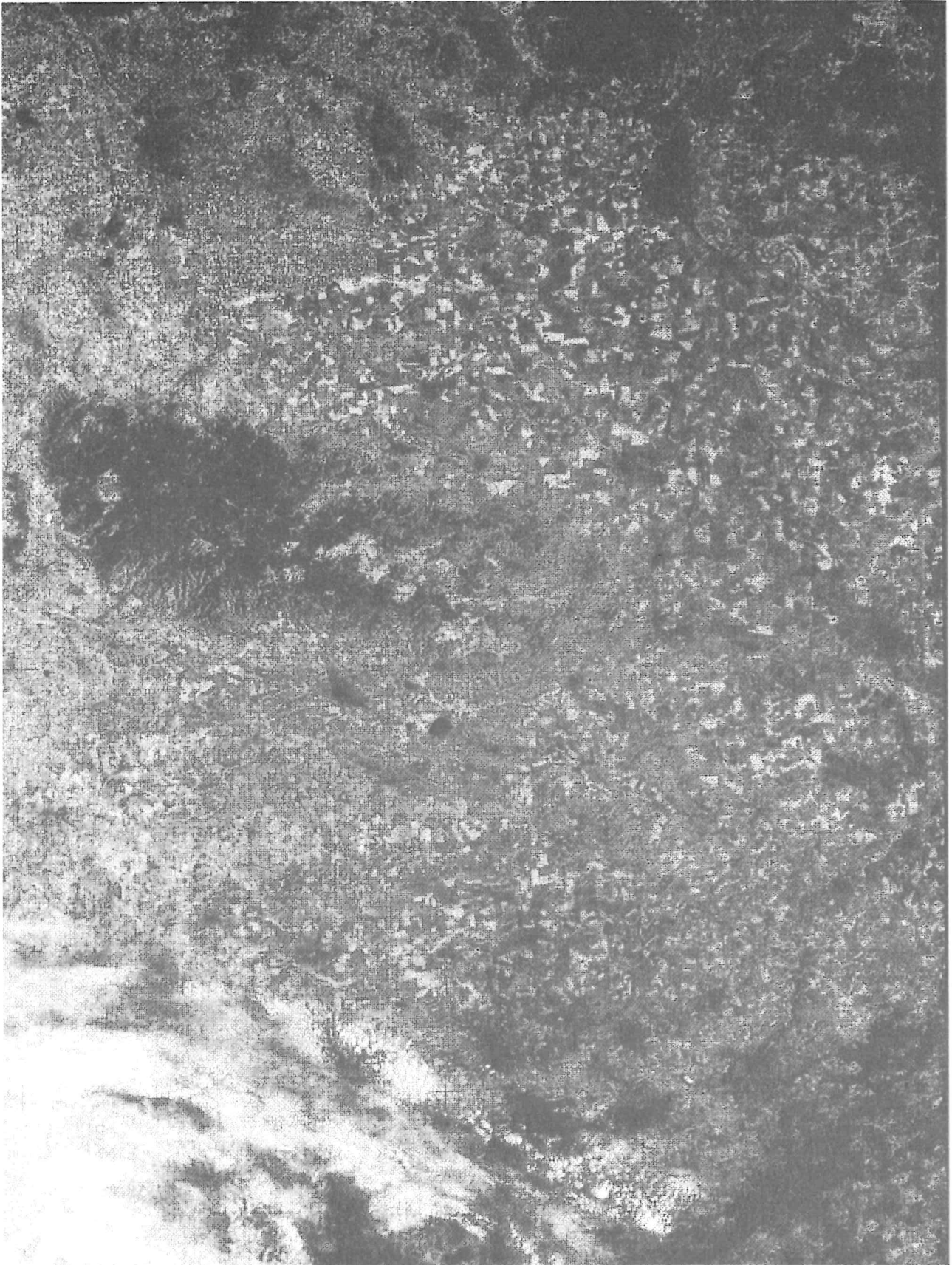


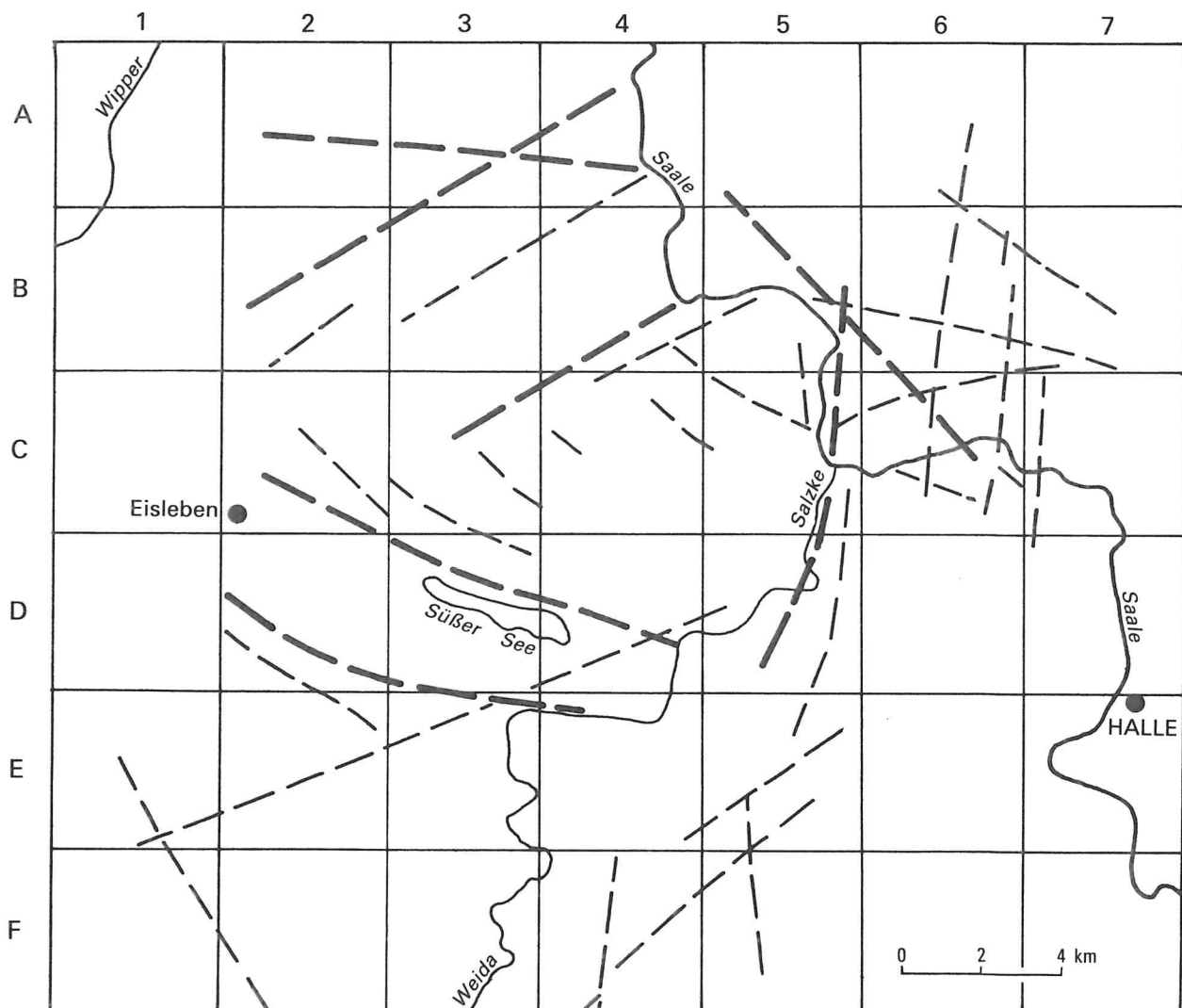
Photo 1
Multispektrale photographische Aufnahme des Harzes und seiner Vorländer. Bildpositiv des Kanals 6 der MKF-6m,
Aufnahmehöhe ca. 250 km, Raumstation Salut 6

nen) dar (KAUTZLEBEN und BANKWITZ 1979 u. a.). Die Bedingungen für eine geologische Bearbeitung von aerokosmischen Aufnahmen sind im mitteleuropäischen Raum auf Grund einer durchgängigen Vegetations- und Bodendecke und des hohen Grades der Nutzung und technogenen Überformung relativ ungünstig. Hinzu kommt die für eine geotektonische Interpretation erschwerende Lokkergesteinsdecke in den im Pleistozän glazialakkumulativ geprägten Gebieten. Nach MÜHLFELD (1976) soll hier eine Interpretation auf der Analyse der Vegetationsdecke und der Landnutzung aufbauen. In der vorliegenden Arbeit wurden als Photolineationen geradlinig verlaufende Bereiche mit gleichem Grauton, bandartige Vegetationsanordnungen und Nutzflächenbegrenzungen sowie geradlinige Talrichtungen angesehen (NOR-

MAN 1969/70). Arbeitstechnisch wurden zunächst alle linearen Bildelemente getrennt nach den einzelnen Spektralkanälen erfaßt, offensichtlich technische Elemente (Verkehrswege) eliminiert und dann eine Synthese der in mindestens drei Kanälen auftretenden Lineationen zusammengestellt (Abbildung 3). Besonders deutlich werden lineare Bildelemente in den Aufnahmen der Kanäle 5 und 6 (700...890 nm).

Über eine Auswertung der für den untersuchten Raum sehr umfangreichen und detaillierten geologischen Literatur wurde versucht, die geologisch-tektonische Relevanz einiger Photolineationen zu belegen und nachzuweisen, inwieweit sich tiefer liegende geologische Strukturen im oberen Deckgebirgsstockwerk (tertiäre und quartäre Ablagerungen) durchpausen. Zu diesem Zweck

Abbildung 3
Photolineationen nach MKF-6-Kosmosaufnahme „Östliches Harzvorland“



























	BLEY und JUNG 1962 (1)	SCHWAB 1965 (2)	DETTE 1933 (3)	RADZINSKI u. a. 1962 (4)	SANTELMANN 1925 (5)	VOIGT 1957 (6)	KUHNERT 1961 (7)
A	1 	1/7 	1/7 	1/7 		2 	2 
B	1 	1/7 	1/7 	1/7 	2 	2 	
C	1 	1 	1 		2 	2 	2 
D	3 			4 	4 	5 	
E			4 				
F		6 					

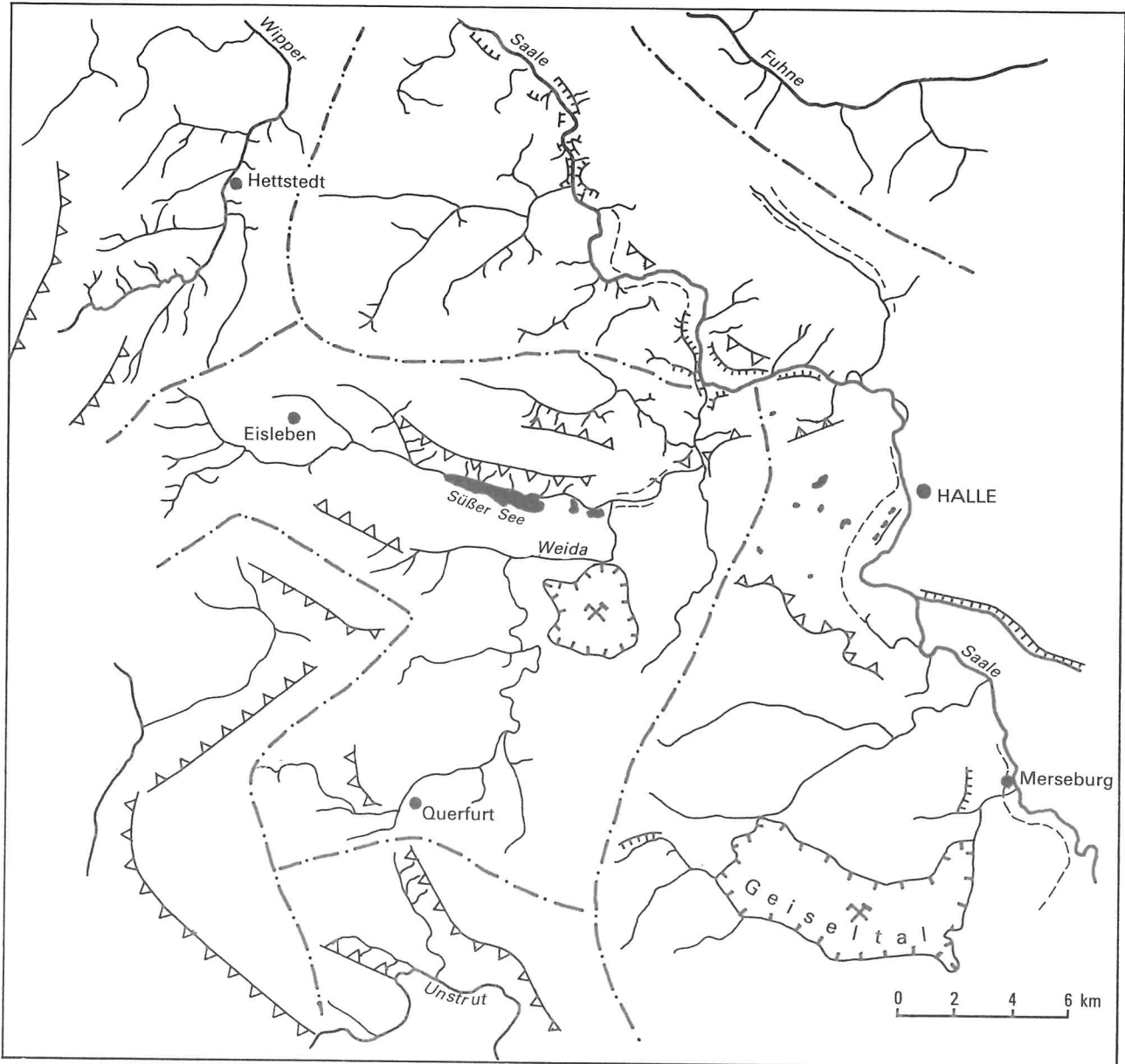
Abbildung 4
Kluftrichtungen in Festgesteinen des Östlichen Harzvorlandes
(Relative Häufigkeit; Lage des Gitternetzes siehe Abbildung 3)

wurden Kluftrichtungen aus den wichtigsten Gesteinen und Teilbereichen des Untersuchungsgebietes zusammengestellt (Abbildung 4) und deren Hauptrichtungen mit der Streichrichtung der Photolineationen verglichen. Die Verteilung der festgestellten Photolineationen im Gebiet ist nicht gleichmäßig. In Abhängigkeit von der geologischen Struktur und der Mächtigkeit der Lokergesteinsdecke (vgl. Abschnitt 2) tritt die größte Anzahl von Lineationen im Vulkanitgebiet nördlich von Halle auf. Weitaus geringer sind lineare Elemente im Bereich der Querfurter Platte und im Saaletal südlich von Halle.

Die Streichrichtung der Photolineationen kann wichtige Hinweise über den geologisch-tekto-

nischen Aufbau eines Gebietes geben. Der Vergleich mit in Aufschlüssen gemessenen Streichrichtungen des Kluftrichtungsnetzes lassen für einige Teilbereiche erste Aussagen zu:

1. Das von SCHWAB (1965) untersuchte sekundäre Kluftrichtungsnetz des Permokarbons nördlich von Halle weist herzynische (100...140°) und eggisch-rheinische (160...20°) Hauptstreichrichtungen auf. Die vorherrschende Streichrichtung der hier dicht stehenden Photolineationen liegt bei 0...20° (5 ×) und 100...140° (3 ×). Auffallend sind Lineationen in Nord-Süd-Richtung, die einen Zusammenhang mit der von mehreren Autoren (DETTE 1933, LAUTERBACH 1962 u. a.) erwähnten



- △ △ markante Stufen
- ▬▬▬▬ Talränder
- - - - - Begrenzung der Flußauen
- Fließgewässer
- stehende Gewässer
- · · · · Grenzen der Einzugsgebiete
- ⊗ Bergbauggebiet

Abbildung 5
 Entwässerungsnetz und geomorphologische Strukturen
 des Östlichen Harzvorlandes, Interpretationsskizze
 nach MKF-6-Kosmosaufnahme, Kanäle 4 und 6

überregionalen rhenotypen Strukturzone vermuten lassen.

2. Am Nord- und Nordostrand der Mansfelder Mulde treten mehrere Lineationen (u. a. bedingt durch Talrichtungen) mit einer Streichrichtung von 30...70° auf. KUHNERT (1961) weist aus diesem Raum in Verbindung mit halokinetischen Vorgängen erzgebirgisch streichende Strukturen im postsalinaren Deckgebirge, dokumentiert durch Erdfälle, Tertiär- und Muschelkalkvorkommen, nach. Es besteht eine Parallelität zur Hornburger Tiefenstörung (siehe Abschnitt 2, Abbildung 2).

3. Im Kerngebiet der Mansfelder Mulde weist das subsalinare Grundgebirge nach BLEY und JUNG (1962) vorwiegend herzynisch streichende Strukturen (Bruchschollentektonik) auf. Das Schichtstreichen des postsalinaren Deckgebirges ist ebenfalls herzynisch. In der kosmischen Aufnahme treten hier mehrere nahezu parallel verlaufende Photolineationen auf, die auf im Zusammenhang mit der Salzauslaugung nördlich des Süßen Sees (Salzspiegelrand, v. HOYNINGEN-HUENE 1959) auftretenden staffelartigen Abbrüche des Buntsandsteins und auf den Ausstrich des Muschelkalks (östlich von Polleben) zurückzuführen sind und als morphologische Formen (Stufenhang nördlich des Süßen Sees, Tal des Laweke-Baches, Tal bei Pfützthal) mit herzynischer Streichrichtung im Bild sichtbar werden.

4. Die flachherzynisch verlaufende Photolineation zwischen Bischofrode und Wansleben, die morphologisch als Nordrand des Hornburger Sattels und als Südrand des ehemaligen Salzigen Sees sichtbar wird, steht in Beziehung zu der von SCHENSKY (1927) erwähnten NW-SE streichenden Wandslebener Störung, die in ihrem östlichen Teil den Südrand der Salzauslaugung bildet (v. HOYNINGEN-HUENE 1959).

5. Am Ostrand der Querfurter Mulde, in der Bennstedt-Nietlebener Mulde (Östliche Spezialmulde der Mansfelder Mulde) und im Raum Querfurt sind lineare Bildelemente in erzgebirgischer Richtung (50...80°) orientiert. Kluftmessungen von RADZINSKI (1962), SANTELMANN (1925) und VOIGT (1957) im Muschelkalk weisen Häufigkeitsmaxima in dieser Richtung auf. HEISE (1929) gibt hier eine regionale tektonische Linie (Nietleben-Burgwenden) an.

In der vorliegenden Untersuchung ging es um den Nachweis der geologischen Relevanz einiger Photolineationen. In Zukunft müssen sich von der Geologie ausgehende Analysen zur Bedeutung der identifizierten Photolineationen für tektonisch-geologische Detailfragen anschließen. Hierbei erscheint u. a. eine Verbindung mit vorhandenen geophysikalischen Untersuchungsergebnissen notwendig und erfolgversprechend zu sein.

3.2.

Entwässerungsnetz und geomorphologische Strukturen

Das Entwässerungsnetz kann zur räumlichen Gliederung eines Territoriums wesentlich beitragen; seine Interpretation aus aerokosmischen Aufnahmen gestattet gleichzeitig Schlüsse auf die petrographische, tektonische, morphologische und hydrologische Situation (MÜHLFELD 1976, SCHNEIDER 1974 u. a.).

Die Hauptentwässerungsrinnen mit einer Gewässerbreite über 6 m (Begrenzung durch die Bodenauflösung der Aufnahme) können direkt der Aufnahme im Kanal 6 (790...890 nm) entnommen werden. Hier erfolgt eine fast schwarze Wiedergabe von Wasserflächen auf Grund der geringen Remission von Wasser im Infrarotbereich. Die anderen Glieder des Gewässernetzes wurden indirekt aus der Aufnahme im Kanal 4 (640...680 nm) durch die Analyse des Arealgefüges und der Vegetationsanordnung ermittelt. In der Standardfarbsynthese – Farbmischbild aus dem Spektralbereichen

2 (520...650 nm),

3 (580...620 nm) und

6 (790...890 nm),

(KROITSCH und SÖLLNER 1978) – erscheinen offene Gewässer hellrosa, trockene Nebentälchen in einem mittelgrauen Farbton, feuchte Auenbereiche weisen eine grau-rosa gefleckte Textur auf (Abbildung 5).

Das im Bildausschnitt dargestellte Territorium gehört zum Flußgebiet der unteren Saale mit den Teileinzugsgebieten der Wipper, Weida-Salzke, Fuhne und Unstrut. Hydrologisch ist der Raum charakterisiert durch einen geringen autochthonen

Abfluß (Abflußhöhen von 150 bis unter 100 mm, nach Atlas DDR, Karte 11). Dementsprechend bleibt die Dichte der Fließgewässer besonders im zentralen Teil des Untersuchungsgebietes (Querfurter und Merseburger Platte, Mansfelder Land) gering. Viele Bäche der Hochflächen führen nur nach stärkeren Niederschlägen Wasser. Eine geostein- und klimatisch bedingte höhere Dichte weist das Entwässerungsnetz am östlichen Harzrand (Wipper) und am Nordrand der Mansfelder Mulde auf. Größere stehende Gewässer (Süßer See, Kerner-See, Binder-See) treten nur im Gebiet östlich von Eisleben auf. Dieser fast abflußlose Raum (Eislebener Niederung) besitzt auf Grund seiner Beziehung zur Salzauslaugung (Abbildung 2) eine hydrologische Sonderstellung. Die Seen befinden sich hier an den tiefsten Stellen eines weiträumigen Subrosionssenkungsgebietes.

Kleinere stehende Gewässer in der Umgebung von Halle und bei Merseburg sind wassergefüllte Restlöcher von Tagebauen auf Braunkohle und Steine und Erden. Im Gebiet südlich von Halle fehlen oberflächlich fließende Gewässer völlig. Dieser Bereich der breiten Talau der Saale stellt ein Wasserversinkungsgebiet mit einem erheblichen Abflußdefizit dar.

Der Verlauf der Fließgewässer zeigt streckenweise auch in einem Gebiet, dessen Entwässerungsnetz entscheidend während des Pleistozäns durch glaziale und glazifluviale Vorgänge geprägt wurde, enge Beziehungen zum geologischen Bau des Untergrundes. Scharfe Verbiegungen der Saale (bei Salzmünde, Wettin, Trotha) und der Salzke-Weida (bei Schraplau) deuten auf die Anlehnung an Schwächezonen im anstehenden Gestein (Porphyr, Kalkstein) hin. Südlich von Halle und zwischen Brachwitz und Friedeburg im Nordteil des Bildausschnittes folgt die Saale dem Ausstrich des Zechsteinsalinars (Salzspiegeltal). Ähnliches gilt für den Mittellauf der Wipper und für den Schlenze-Bach am Nordrand der Mansfelder Mulde (STEINBRECHER 1954). Auf Zusammenhänge mit der tektonischen Struktur weist die Parallelität mehrerer Nebenbäche der Saale nördlich von Wettin und im Vulkanitgebiet nördlich von Halle hin (siehe auch Abschnitt 4.1.).

Markante geomorphologische Strukturen, wie Geländestufen, Talränder und -hänge, sind oft durch eine charakteristische lineare Vegetations-

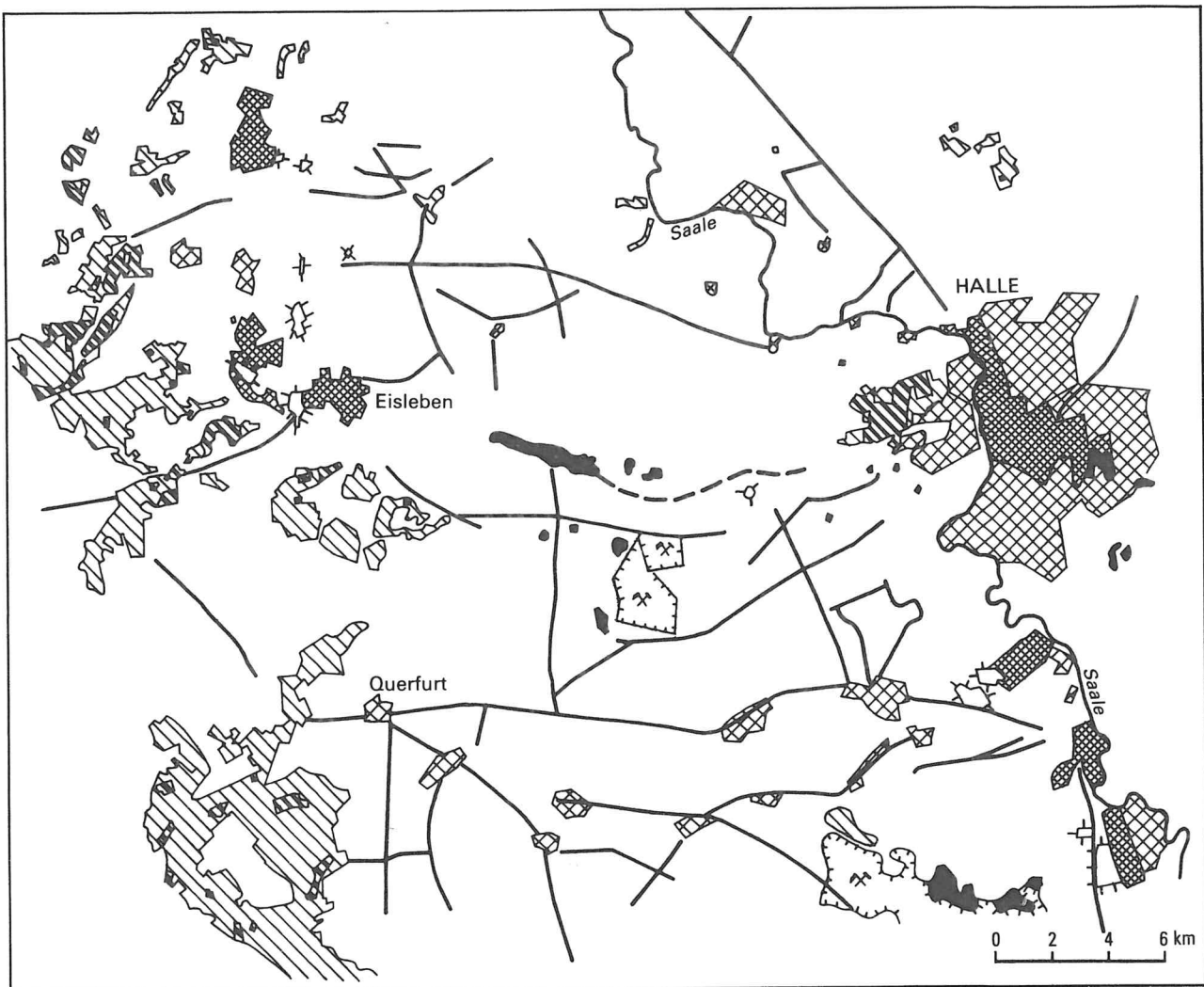
anordnung gekennzeichnet, unterscheiden sich in ihrer Nutzung (Wald, Kleingehölze, Trockenrasen) oft von der Umgebung und lassen sich so im Arealgefüge des Bildes gut erkennen. Eine wichtige Unterstützung gibt hierbei die Lagebeziehung solcher Muster zu anderen Bildelementen, besonders zum Gewässernetz. Die Identifizierung erfolgte vorwiegend in Kanal 4 (640...680 nm).

Bei der Bildinterpretation war es möglich, die wesentlichen raumgliedernden Landstufen bzw. Steilhänge des geomorphologisch gut untersuchten Raumes (KUGLER und MÜCKE 1979) auszugliedern. Sie sind u. a. an den Ausstrich unterschiedlich widerständiger Gesteine des Permokarbons und der Trias gebunden. Solche markanten Formen sind der Nord- und Südrand des Hornburger Sattels südwestlich von Eisleben, die West- und Südwestbegrenzung des Ziegelrodaer Forstes westlich von Querfurt, der Ausstrich des Muschelkalkes am Westrand der Querfurter Platte und der östliche Harzrand westlich von Hettstedt und Eisleben. In Verbindung mit der Salzauslaugung steht der lange, herzynisch streichende Steilhang zwischen Volkstedt und Langenbogen nördlich des Süßen Sees. Deutliche Talrandstufen lassen sich in erster Linie im Durchbruchstal der Saale durch das hallesche Vulkanitgebiet und die Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke erkennen, wo sich der Fluß stark in seine Umgebung eingetieft hat. Breite Flußauen sind meist gebunden an Salzspiegeltäler (Auslaugungsbereiche) und sind auf den Raum nördlich von Wettin und südlich von Halle beschränkt.

3.3.

Landnutzung

Mit Hilfe der visuellen Interpretation kosmischer Aufnahmen können wesentliche Elemente der Landnutzung ermittelt werden (siehe Sojus-22 erforscht die Erde, 1980), womit für gut erkundete Gebiete eine Aktualisierung der vorhandenen kartographischen Unterlagen für Überblickszwecke möglich ist. Das gilt vor allem für die sich rasch verändernden Bergbau- und Siedlungsbereiche in intensiv wirtschaftlich genutzten Räumen. Abbildung 6 zeigt eine Interpretationsskizze der nichtagrarischen Landnutzung im Maßstab von



-  Gewässer
-  Wald
Nadelwald
-  Siedlungen, Industrieflächen
– dichte Bebauung
– lockere Bebauung
-  Halden
-  Tagebaue
-  Verkehrswege
-  Verkehrswege im Bau

Abbildung 6
Nichtagrarische Landnutzung im Östlichen Harzvorland,
Interpretationsskizze nach MKF-6-Kosmosaufnahme,
Kanäle 4 und 6

ca. 1:200 000. Ausgangspunkt der Interpretation ist auch hier wieder das Aufsuchen von aus Karten bekannten Objekten im Bild und der anschließenden Zuordnung von Bildelementen mit gleichem Muster, Textur, Grauton und ähnlichem Umriß. Die wesentlichsten Informationen konnten aus den Aufnahmen im Kanal 4 (640...680 nm) und

Kanal 6 (790...890 nm) ermittelt werden (Tabelle 1).

Das bearbeitete Bild zeigt deutlich die Konzentration von Siedlungs- und Industrieflächen entlang des Saaletales zwischen Halle und Merseburg sowie zwischen Hettstedt und Eisleben (Abschnitt 2). Innerhalb der Stadt Halle kann der dicht bebaute Stadtkern ausgegliedert werden. Größere Tagebauareale, z. T. mit wassergefüllten Bereichen befinden sich im Geiseltal und bei Röblingen südöstlich des Süßen Sees. Das Bild läßt die Wald- und Gewässerarmut und damit den relativ geringen Erholungswert des östlichen Harzvorlandes deutlich erkennen. Erst in der Nähe des Harzes und im Südwesten (Randgebiet des Thüringer Beckens) treten größere, zusammenhängende Waldareale auf (Raum Annarode-Blankenheim, Ziegelrodaer Forst). Laubgehölze überwiegen, eine Ausnahme

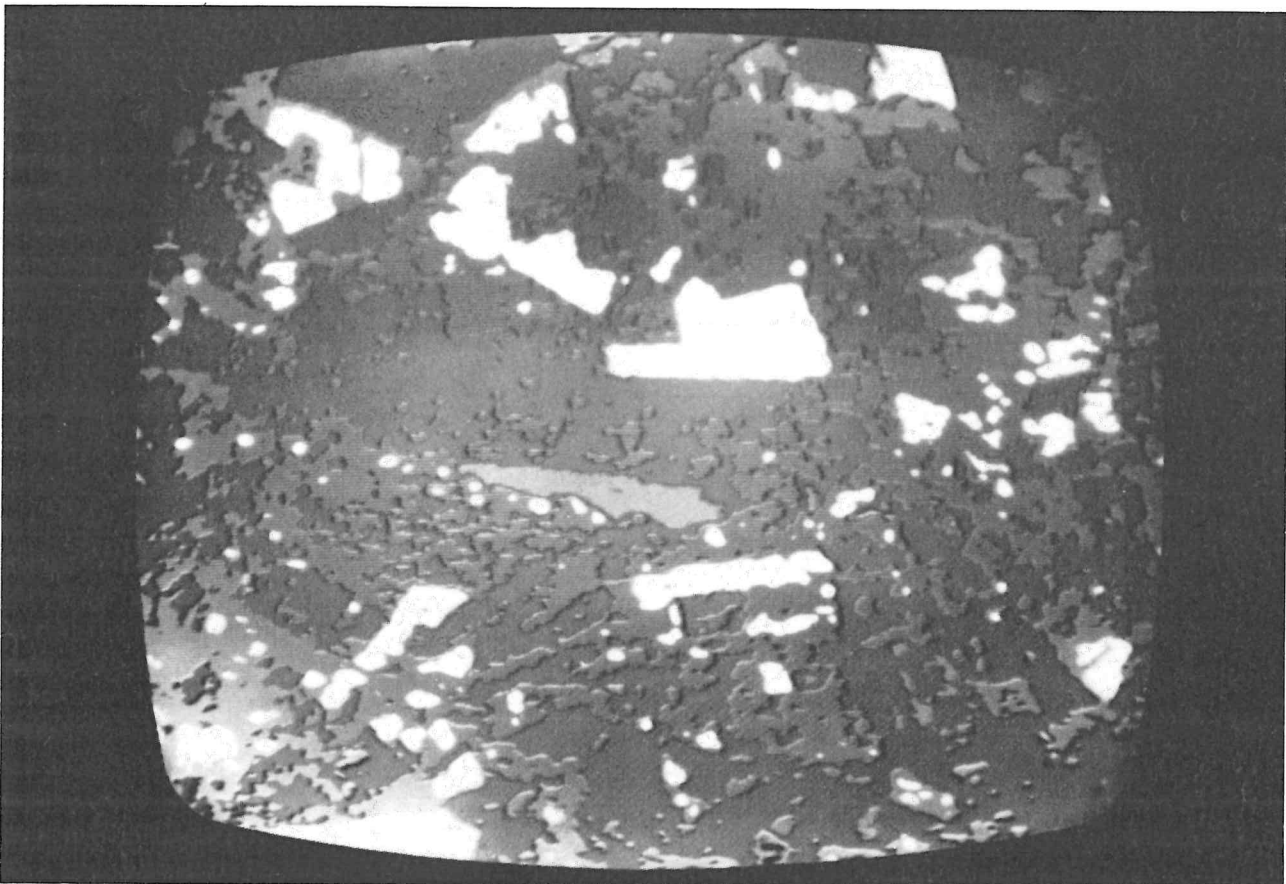
Kanal	Art der Landnutzung	Wiedergabe im Bildpositiv
4	Waldflächen	schwarz bis dunkelgrau infolge geringer Remission, fleckige Textur, scharfe, zumeist geradlinige Begrenzung
	Verkehrswege	indirekter Schluß aus der Anordnung und dem Grenzverlauf von Nutzflächen
	Baustellen	hellgrau (frisches Bodenmaterial), streifige Textur
6	Wasserflächen	tiefschwarz infolge geringer Remission, ohne Textur, scharfe Begrenzung
	Waldflächen	Differenzierung zwischen Nadel- und Laubwald wegen der 15...25% geringeren Remission der Nadelgehölze
	Siedlungs- und Industrieflächen dichte Bebauung/lockere Bebauung	dunkelgrau, kleinfleckige Textur/mittelgrau, kleinfleckige Textur diffuse Begrenzung
	Bergbauflächen (Tagebaue)	dunkelgrau, fleckig-streifige Textur, geradlinige Begrenzung
	wassergefüllte Restlöcher	schwarz
	aktive Halden	hellgrau (frisches Bodenmaterial)
	Halden des Kupferschieferbergbaus	schwarz, punktförmig, kreisrund bis viereckig

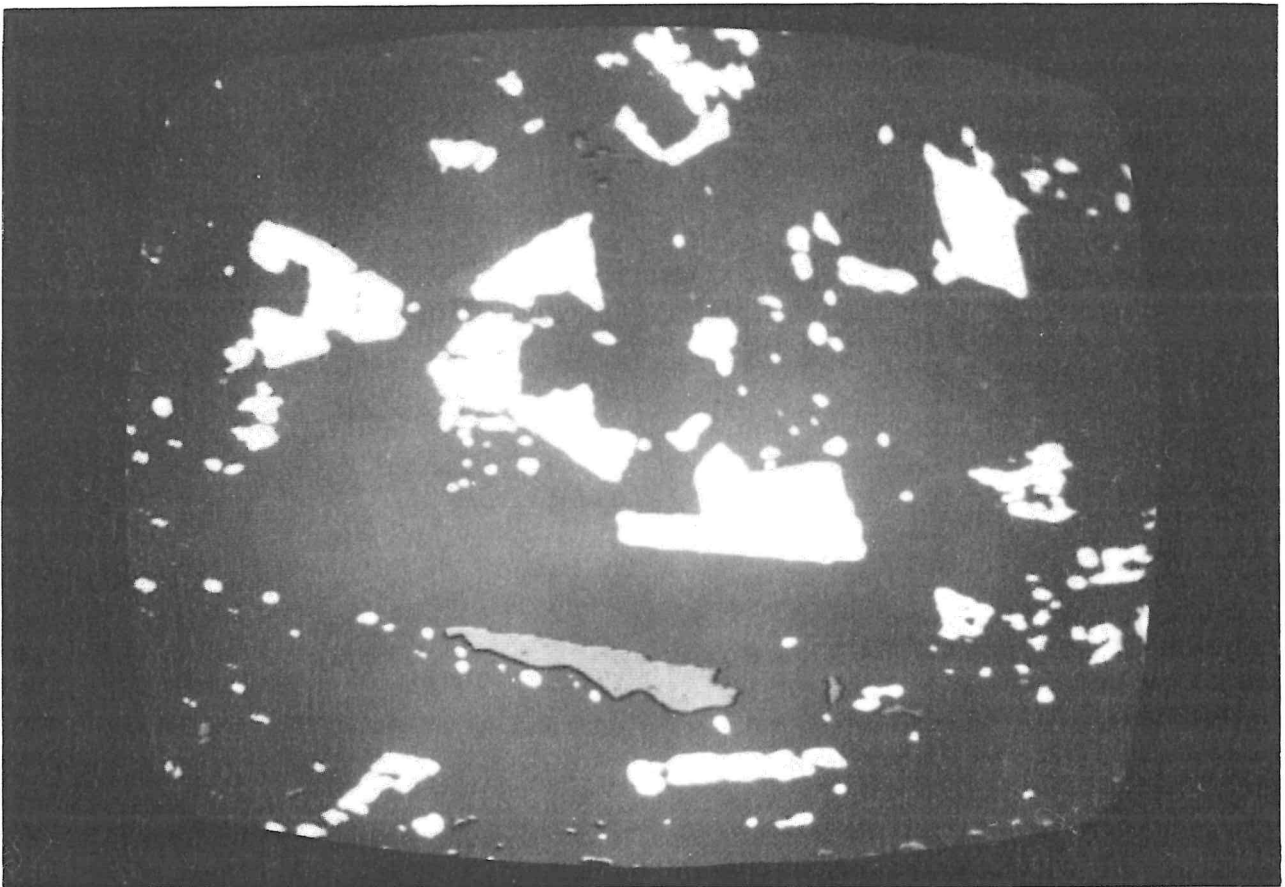
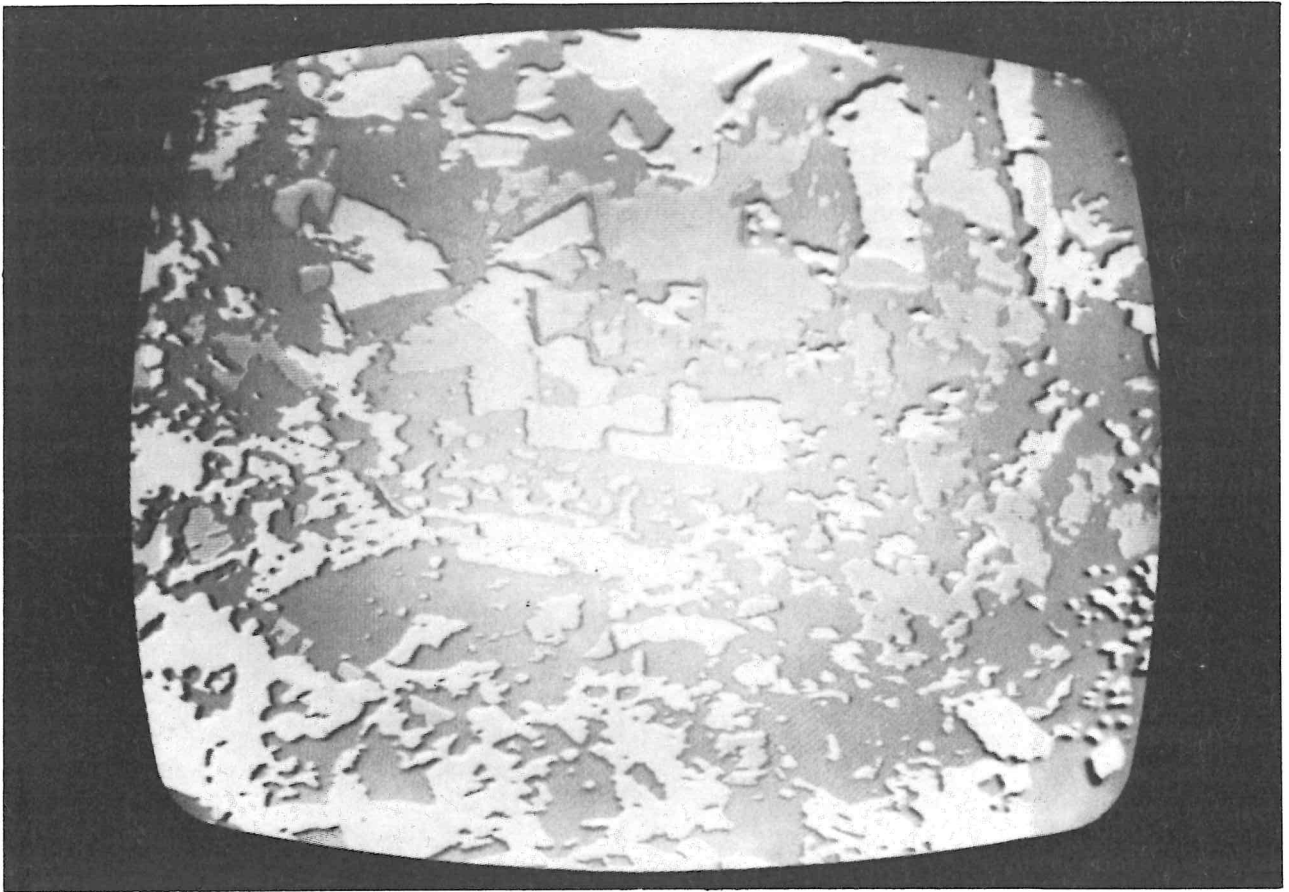
Tabelle 1

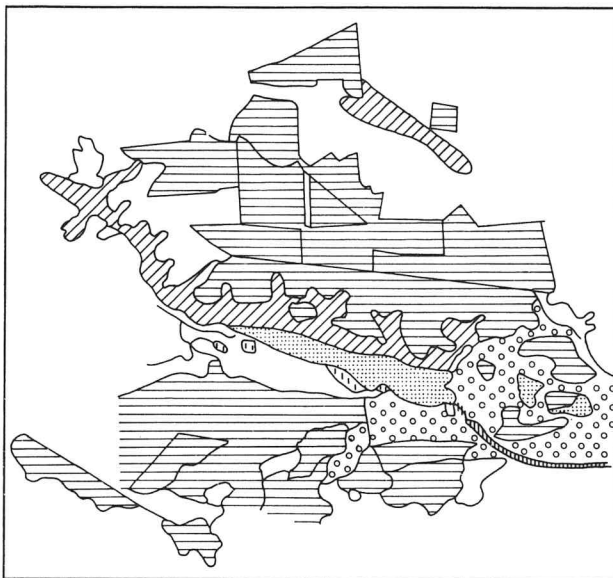
Photo 2, 3 und 4

Grautonklassifizierung mit Gerätesystem Densitron-2. Bildausschnitt Süßer See und Umgebung aus Photo 1, repräsentiert durch Äquidensiten nach drei verschiedenen Geräteeinstellungsstufen

(Bearbeitung: K.-H. JOHN, Potsdam)







-  Wiesenfläche
-  Landwirtschaftliche Nutzfläche
-  Wasserfläche
-  Obstanlage
-  Hangzone
-  Baustelle

Abbildung 7
 Arealgefüge der Landnutzung im Raum
 des Süßen Sees (Kreis Eisleben),
 Interpretationsskizze nach Vergrößerung
 MKF-6-Kosmosaufnahme, Standardfarbsynthese

bildet die Dölauer Heide bei Halle mit einem hohen Nadelwaldanteil.

Die Verkehrsstrassen sind in Abhängigkeit vom Flächengefüge nur in Teilbereichen des Bildes sichtbar; östlich des Süßen Sees läßt sich zum Aufnahmezeitpunkt die dort befindliche Baustelle der neuen Trasse der Fernverkehrsstraße Halle–Eisleben erkennen.

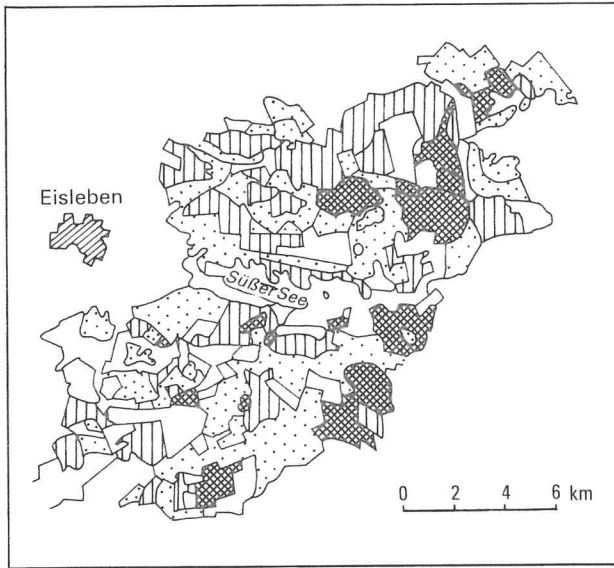
Durch eine 6fache Vergrößerung eines Ausschnitts der kosmischen Aufnahme (Abbildung 7) sollte geprüft werden, inwieweit die Bildauflösung eine Feindifferenzierung von Arealgefügen und der Nutzung der Flächen zuläßt. Das Flächengefüge (pattern der englischsprachigen Literatur) ist besonders bei großblockigem Muster, wie es typisch ist für landwirtschaftlich genutzte Räume, deutlich erkennbar und auswertbar. Die einzelnen Flächen besitzen in Abhängigkeit von der hier nicht näher untersuchten Kulturart verschiedene, aber innerhalb des Areals kaum differenzierte Farb- bzw. Grautöne, eine regelmäßige Textur (parallel,

parallel-gestreift) und eine scharfe, geradlinige Begrenzung. Daneben können Wasserflächen, Flächen mit heller Bodenfarbe (Baustellen), Obstanlagen (kariert-punktierte Textur) und gehölz- bzw. rasenbestandene Hangbereiche (grau, gefleckte und gekörnte Textur) unterschieden werden. Wird das Muster feiner und unregelmäßiger, ist eine eindeutige Interpretation objektiv begrenzt und eine Zusammenfassung von Arealen zu komplexeren Einheiten (z. B. Hangzone) notwendig.

Das dargestellte Arealgefüge im Raum des Süßen Sees zeichnet deutlich die differenzierte natürliche Ausstattung des Gebietes nach. Großblockige Muster in ebenen oder schwach geneigten Hochflächenbereichen (Höhnstedter Hochfläche) stehen stark zergliederte, z. T. gelappte Muster der überwiegend durch den Anbau von Obstkulturen genutzten Hangzonen und Hügelgebiete um den See gegenüber (KUGLER und JÄNCKEL 1978).

Für einen größeren Bildausschnitt wurde mit Hilfe des Bildanalysegerätes „Densitron-2“ eine einfache Klassifizierung des Arealgefüges nach 4 Stufen vorgenommen. Das Gerät „Densitron“ (Elektronisches Gerätesystem zur quantitativen Bildanalyse, 1980) transformiert entsprechend dem Prinzip der Äquidensitometrie das Ausgangsbild in eine farbige Isohelendarstellung (Linien gleicher Bildschwärzung) und macht damit visuell schlecht unterscheidbare Schwärzungsunterschiede als kontrastierende Farbunterschiede deutlich sichtbar. Bei dem hier durchgeführten Klassifizierungsversuch wurde zunächst visuell das Muster der Flächengliederung erfaßt und dann eine Geräteeinstellung angestrebt, die für visuell als einheitlich abgegrenzte Flächen bei größtmöglicher Differenzierung jeweils einen Farbton und damit eine Stufe ergibt.

Abbildung 8 zeigt das Ergebnis für einen Bildausschnitt mit dem Süßen See im Zentrum. Die Zahlen entsprechen einer vierstufigen Grautonskala, wobei Stufe 1 die Areale mit der größten Schwärzung und Stufe 4 die mit der geringsten Schwärzung repräsentiert. Durch Extrapolation kann von Arealen mit bekannten Merkmalen, z. B. bestimmten landwirtschaftlichen Kulturen, auf die Merkmale anderer Areale geschlossen werden. Gleichzeitig erleichtert diese Methode, die durch Verbesserung der Geräteeinstellung und der Beleuchtungsverhältnisse noch verfeinert werden



- Stufe 1
- Stufe 2
- ▤ Stufe 3
- ▩ Stufe 4

Abbildung 8
Einfache vierstufige Klassifizierung
des Arealgefüges mit Gerätesystem „DENSITRON“
nach Ausschnitt MKF-6-Kosmosaufnahme
„Östliches Harzvorland“, Kanal 4

kann, die Analyse stark strukturierter Erscheinungen (Elektronisches Gerätesystem zur quantitativen Bildanalyse, 1980). Hierzu zählen z. B. auch das Arealgefüge des Territoriums in verschiedenen Maßstabsbereichen.

Die hier vorgelegten Ergebnisse entstammen einer ersten, mit einfachen Hilfsmitteln durchgeführten Auswertung des vorliegenden Bildmaterials. Eine Erweiterung und Präzisierung der Aussagen ist u. a. durch eine systematische Verknüpfung aerokosmischer und terrestrischer Methoden sowie der Anwendung weiterer Bildbearbeitungsverfahren (Digitalisierung, Klassifizierung u. a.) möglich.

Literatur

BLEY, W., und W. JUNG:

Über anormale Zechsteinprofile im Bereich der Mansfelder Mulde. — In: Freiburger Forschungshefte. — Berlin. — C 133 (1962).

DETTE, K.:

Der Hornburger Sattel. — In: Jb. Hall. Verb., N.F. — Halle (Saale). — 12 (1933), S. 199...266.

Elektronisches Gerätesystem zur quantitativen Bildanalyse. — In: Radio-Fernsehen-Elektronik, — Berlin. — 29 (1980), 9, S. 551...555.

Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. — 6. Lfg. Remagen: 1959.

HEISE, W.:

Die tektonische Sonderstellung der Merseburger Buntsandsteinplatte. — In: Jb. Hall. Verb., N.F. — Halle (Saale). — 8 (1929), S. 32...74.

HOYNINGEN-HUENE, E. V.:

Salztektonik und Auslaugung im Gebiet der Mansfelder Seen. — In: Freiburger Forschungshefte. — Berlin — C 56 (1959).

KAUTZLEBEN, H., und P. BANKWITZ:

Zu einigen Fragen der Interpretation aerokosmischer Aufnahmen. — In: Zeitschr. geol. Wiss. — Berlin. — 7 (1979), 1, S. 55...74.

KROITZSCH, V., und R. SÖLLNER:

Zur Synthese von Farbmischbildern mit dem Multi-spektralprojektor MSP-4. — Potsdam: Unveröff. Manusk. 1978.

KUGLER, H., und R. JÄNCKEL:

Zur geographischen Interpretation der Multispektralaufnahme „Süßer See“. — In: Geogr. Ber. — Gotha; Leipzig. — 23 (1978), 2, S. 99...111.

KUGLER, H., und E. MÜCKE:

Geomorphologische Skizze des Halleschen Raumes. — In: Wiss. Beitr. d. MLU Halle-Wittenberg. — 45 (1979), S. 62...71.

KUHNERT, R.:

Methodik und Ergebnisse der Zweitkartierung des Meßtischblattes Hettstedt. — In: Ber. d. Geol. Ges. — Berlin. — 3 (1961), 4, S. 439...449.

LAUTERBACH, R.:

Rhenotype Strukturen im Bilde geologisch-geophysikalischer Untersuchungsergebnisse Mitteleuropas. — Ber. d. Geol. Ges. — Berlin. — 7 (1962), 3, S. 325...336.

MÜHLFELD, R.:

Relationship between Vegetation, Soil, Bedrock and other Geologic Features in Moderate Humid (Central Europa) as Seen on ERTS-1 Imagery. In: Geol. Jb. — Hannover. — R. A. (1976), 33, S. 21...35.

NORMAN, J. W.:

Linear geological features as an aid to photogeological research. — In: Photogrammetria. — Amsterdam. — 25 (1969/70), S. 177...187.

RADZINSKI, K. H. u. a.:

Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der DDR, Blatt Schraplau. — Halle: 1962.

SANTELMANN, W.:

Die halleschen Braunkohlenlager der Nietleben-Bennstedter Mulde. – In: Braunkohle. – Halle. – 24 (1925), S. 533...541, 576...584, 612...625.

SCHENSKY, M.:

Die Braunkohlenablagerungen südlich des ehemaligen Salziges Sees bei Oberröblingen. – In: Jb. Hall. Verb., N. F. – Halle. – 6 (1927), S. 27...71.

SCHNEIDER, S.:

Luftbild- und Luftbildinterpretation. – Berlin [West]; New-York: 1974.

SCHWAB, M.:

Tektonische Untersuchungen im Permokarbon nördlich von Halle. – In: Freiburger Forschungshefte. – Berlin. – C 139 (1965).

Sojus-22 erforscht die Erde. – Berlin: 1980.

STEINBRECHER, B.:

Die geologischen Verhältnisse am Nordrand der Mansfelder Mulde im Raum Zabenstedt und Friedeburg. – Halle: Diplomarbeit 1954.

VOIGT, H.:

Feinstratigraphische und kleintektonische Untersuchungen des Unteren und Mittleren Muschelkalkes im NW-Teil der Querfurter Muschelkalkmulde. – Halle: Diplomarbeit 1957.