©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

ISSN 0018-0637 · Hercynia N. F. · Leipzig · **26** (1989) 2 · S. 121–128

Aus der Sektion Geographie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Wissenschaftsbereich Physische Geographie
(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. H. Kugler)

Erfassung von Landschaftselementen durch Luftbildinterpretation

Von **Henry Waldenburger**

Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen

(Eingegangen am 16. Juni 1986)

1. Ausgangspunkt und Zielstellung

Die sozialistische Landwirtschaft als der volkswirtschaftliche Zweig mit der größten Inanspruchnahme von Flächenfonds prägt in der DDR Agrarlandschaften mit einer rationellen Großschlagstruktur, die dem Einsatz effektiver Bewirtschaftungstechnologien in Verbindung mit der Höchstertragskonzeption Rechnung trägt. Die dadurch vielerorts zu beobachtende Tendenz zur Verstärkung der arealen Differenzierung ertragsbestimmender Standortfaktoren behandeln Riedel (1981), Schröder (1982), Villwock (1983) und Odzuck (1986) mittels luftbildgestützter Analyseverfahren.

Ein weiteres wesentliches Merkmal dieser Agrarlandschaft ist die Konzentration nicht direkt produktiv genutzter, jedoch landeskulturell und landschaftsökologisch wertvoller Landschaftselemente, wie Flurgehölze, kleinere Gewässer, Mikroformen des Reliefs, Feldraine, Wege und andere Elemente der Kulturlandschaft. Wegen der von Niemann (1978 und 1985) erörterten komplexen Funktionsleistungen solcher Landschaftselemente wächst gegenwärtig das ökonomische und wissenschaftliche Interesse an diesen Objekten. Ausgehend von einer Inventur nach Art, Menge, arealer Verteilung, Zustand, Funktion u. a. sind ökonomisch und ökologisch begründete Planungs- und Entscheidungsgrundlagen zur optimalen Ausstattung der Agrarlandschaft mit solchen Elementen zu treffen.

Die bisher mehrfach nachgewiesenen effektiven Möglichkeiten der Diagnose territorialer Strukturen und Prozesse mittels Unterstützung durch Methoden der Geofernerkundung führten zu der Aufgabenstellung, über Inventuren von Landschaftselementen in kleineren Gebieten durch Geländebegehungen und Auswertungen topographischer Unterlagen hinausgehend die zeit- und kostengünstigere Methode der flächendeckenden Interpretation von Luftbildern zu prüfen und anzuwenden. Gegenüber herkömmlichen Informationsquellen vereinen diese Datenträger eine Vielzahl bedeutsamer Vorzüge, wie die Abbildung komplexer Zusatzinformationen, die Erfassung individueller Ausprägungen und die synchrone Dokumentation saisonaler Zustände und reversibler wie irreversibler Abweichungen von Normausbildungen.

Die hier vorgestellten, innerhalb einer Forschungsgruppe arbeitsteilig geführten Untersuchungen fanden durch Kugler und Gassert (1985) eine erste zusammenfassende Darstellung, auf die sich die folgenden, detaillierenden Ausführungen mit stützen.

2. Bestimmung des Untersuchungsobjektes

Der mehrdeutige Landschaftselementbegriff (Leser et al. 1984) bedarf im Hinblick auf den Ansatz der Untersuchungen eine klare Ansprache. Niemann (1978, 1985), Reuter (1981) und Hentschel et al. (1979) verstehen Landschaftselemente

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

- als Objekt und Ergebnis nutzungsgebundener und landeskultureller gesellschaftlicher Einwirkungen auf den natürlichen Teilkomplex der Landschaft,
- als areal elementare Nutzungsobjekte,
- als Träger landeskulturell relevanter Nutzungen für Landschaft und Territorium.

Ihren Geokomplex- und Geosystemcharakter betont Reuter (1981). Als areale Struktureinheiten der genutzten Landschaft können sie bei arealer Homogenität topische Dimensionen aufweisen (z. B. Feuchtwiese mit homogenen Naturraumbedingungen), bei arealer Heterogenität über Nanochorenqualität verfügen (z. B. Gebüsch im Wechsel mit Feuchtwiese auf einheitlichem Physiotop). Entsprechend Hentschel et al. (1979) und Reuter (1981) untersucht diese Arbeit Objekte des Agrarraumes mit landeskultureller Bedeutung, die keiner ständigen geplanten produktiven Vorrangnutzung durch Pflanzen- und Tierproduktion unterliegen und demzufolge zwischen Nutzflächen, an deren Grenzen oder als derzeit nicht effektiv zu bewirtschaftende Standorte innerhalb von Nutzflächen liegen. Als Landschaftselemente an Sonderstandorten sind sie genetisch und funktional äußerst vielgestaltig. So umfassen sie in Übereinstimmung mit Kugler und Gassert (1985) durch Bergbau und Rohstoffabbau entstandene Hohl- und Vollformen(mit oder ohne Gewässer bzw. Flurgehölz), aus historischen Flureinteilungen und Bewirtschaftungsweisen überkommene Objekte (verschieden begrünte Ackerrandstufen, Lesesteinwälle u. ä.), durch Melioration und Wegebau geschaffene Objekte (gehölzgesäumte oder -freie Gräben und Wege) ebenso wie aus natürlichen Standortbedingungen resultierende Landschaftselemente (Steilhänge, Kuppen, Täler u. a. mit oder ohne Flurgehölz bzw. Gewässer). Ihre landschaftsökologische Bedeutung und ihre Funktionsleistungen reichen über die der intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzfläche hinaus. Zugleich verfügen sie über breitgefächerte soziale und ökonomische Wirkungen.

3. Untersuchungsgebiete und Datenbasis

Die durchgeführten Beispieluntersuchungen konzentrieren sich auf einen Teil des Mansfeldischen Plateaulandes (Kugler et al. 1984) im Gebiet Halle – Friedeburg – Petersberg. Die Geländegliederung in die Talsohle der Saale, ihre Hänge, die Kerb- und Sohlenkerbtäler der Nebenflüsse und die Hochflächen mit dem aufsitzenden Vulkanitkomplex des Petersberges bestimmt im wesentlichen die naturräumliche Ausstattung dieses Gebietes. Den neuesten Erkenntnisstand der Gebietsbearbeitung legen das Musterblatt Halle zur Naturraumtypenkartierung der DDR sowie Neuss und Zühlke (1982) und Kugler (1985) vor. Vergleichsuntersuchungen beziehen sich auf die Unstrutniederung zwischen Roßleben und Memleben und auf die Aue der Mulde nördlich Eilenburg.

Die untersuchten Landschaftselemente sind eng an die jeweilige naturräumliche Situation gebunden. Sie beschränken sich z. B. auf den Lößhochflächen um Halle auf die Grenzsäume landwirtschaftlicher Großschläge, häufen sich aber auf den Porphyrdurchragungen sowie im Bereich des Zechsteinausstriches bei Halle auf Haldenstandorten des Kupferbergbaus. Beiderseits des Saaletales bevorzugen sie dessen steilgeneigten Hänge und die einmündenden Kerbtäler. In den Flußauen sind sie hingegen häufig an Altwasserarme und Naßsenken gebunden.

Zur Ermittlung der Möglichkeiten und Grenzen der Luftbildinterpretation wurden Aufnahmen verschiedener Maßstäbe und differenzierter spektraler Informationsgehalte entsprechend Tabelle 1 verwendet.

4. Abbildung von Landschaftselementen im Luftbild

Dechiffrierbare Merkmale der untersuchten Objekte repräsentiert das Luftbild durch seine spezifischen geometrischen und spektralen Informationsträger und Signaturen.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tabelle 1. Verwendetes Luftbildmaterial

Testgebiet	Bildtyp	Aufnahme-maßstab	Aufnahmedatum Aufnahmezeit
Raum Halle–Friedeburg	panchromatische Meßreihenbilder	1 : 13 200	11. 5. 1980 8.00 Uhr
Unstrut-Niederung	panchromatische Meßreihenbilder	1 : 6 200	13. 3. 1981 13.30 Uhr
Raum Wettin–Friedeburg	Farbsynthesen aus Multispektralbildsätzen	1 : 55 000	5. 7. 1978 9.00 Uhr
Mulde-Aue nördlich Eilenburg	Farbsynthesen aus Multispektralbildsätzen	etwa 1 : 50 000	23. 9. 1976 12.30 Uhr

Die Aufnahmeparameter Flughöhe, Maßstab und Kammer-Film-Filter-Kombination beeinflussen die geometrische Auflösung des Luftbildes und somit die Detailerkennbarkeit von Landschaftselementen hinsichtlich Form-, Ausstattungs-, Lage- und Verbreitungsmerkmalen. Während Kugler und Gassert (1985) die Erfaßbarkeit kleiner bzw. schmaler Gewässer, Gehölze und Reliefformen in Maßstäben größer 1 : 3000 selbst im Dezimeterbereich und in Maßstäben 1 : 15 000 von Objekten der Meterdimension versichern, billigen sie Multispektralaufnahmen des untersuchten Maßstabes 1 : 55 000 immer noch eine teilweise Erfaßbarkeit von Objekten mit Ausmaßen von wenigen Metern zu, wobei insbesondere hier Überschirmungen (z. B. vegetationsüberdachte Gewässer) beeinträchtigend wirken. Die im „Aufnahmeschlüssel Habitatsstrukturtypen von Landschaftselementen und ihrer Zustandsformen" geforderten kleinsten grundrißbezogenen Strecken- und Flächengrenzwerte (5 m; 1 a) und die Grenzwerte der horizontalen Überschirmung bzw. Schlußgrade (25, 30, 40, 75 %) lassen Maßstäbe größer 1 : 15 000 als akzeptabel erscheinen.

Aufrißmerkmale relief- und/oder vegetationsbestimmter Landschaftselemente sind durch stereoskopische Auswertung von Bildpaaren verteilbar.

Neben der geometrischen Auflösung ermöglichen reflexionswirksame Materialeigenschaften die Interpretation abiotischer und biotischer stofflicher Merkmale (z. B. Bodenfeuchtebedingungen; Gehölzarten) und des Zustandes (z. B. Gewässertrübung; phänologisches Stadium) durch den Grau- bzw. Farbton. Multispektrale Luftbilder verbessern dank getrennter Aufzeichnungen verschiedener Wellenlängenbereiche die Unterscheidung der untersuchten Bildgestalten wesentlich, z. B. bei Analysen vegetationsbestimmter Landschaftselemente durch die Nutzung der Kanäle 2, 4 und 6 der Kammer MKF 6 (Kugler et al 1983, Schmidt 1985) (vgl. auch Tab. 2). Die einfache und rasche Baumvitalitätskartierung nach Infrarotaufnahmen belegen u. a. Fietz 1983), Delbard und Jouannet (1984) sowie Kenneweg (1980) und Kadro (1981) mit weiteren Literaturverweisen. Allerdings zwingt die Abhängigkeit der objektspezifischen Bildtönung von atmosphärischen Einflüssen und Aufnahme-, Verarbeitungs-, Bildart- und Expositionsbedingungen zur Nutzung relativer, nicht aber absoluter Tönungsunterschiede mittels Zuhilfenahme von Grau- bzw. Farbkeilen oder sensiblerer Densitometermessungen.

Unterschreiten Bildstrukturen auf Grund der Feinheit der Reflexionsdifferenzierung die areale Erfassung, so bieten selbst diese arealinternen Tonvariationen als Feinstrukturen bzw. Texturen weitergehende präzisierende Aussagen. Bei Unsicherheiten der Abgrenzung von Textur zur Struktur (z. B. $\geqq$ 1 mm nach Meienberg 1966, aber $\geqq$ 0,5 mm laut Pelz und Pofahl 1982) gibt die Körnigkeit des Films die Untergrenze der Texturerfassung vor. Texturen vegetationsbestimmter Landschaftselemente verkörpern z. B. in Bildmaßstäben bis 1 : 5000 arealinterne Gliederung von Flur-

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

gehölzen und Obstanlagen durch Bäume und Büsche, bis etwa 1:3000 die Kronengliederungen von Solitärbäumen. So verfeinern sie maßstabsabhängig die Differenzierung von Gehölzen und deren Kronenschäden, von Grünlandflächen oder auch von Nutzflächen im Umland der Objekte.

Die aus bestimmten Tonverteilungen und Texturkennwerten resultierenden großflächigen arealen Bildmuster informieren als Bildstruktur über die areale Verbreitung, Anordnung und Häufigkeit der repräsentierten Landschaftselemente, wobei größere Maßstäbe eine Abstands-, Dichte- und Häufigkeitsanalyse zulassen. Die arealen Anordnungsmuster zeigen ursächliche Standortbildung und historisch und aktuell determinierte Nutzflächenstrukturen auf. Lagebeziehungen zur Umgebung sind gut, zu Naturraumeinheiten und Standorttypen unter Vorbehalten ableitbar.

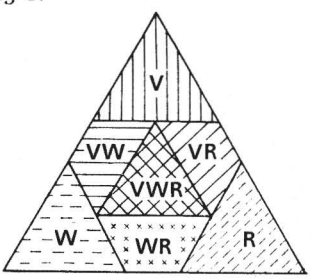
Wegen der saisonalen und episodischen Veränderlichkeit der Landschaftselemente gewinnt der Aufnahmetermin Bedeutung. Bieten Aufnahmen des Frühsommers eine recht gut differenzierte Abbildung der Vegetation durch deren volle Entfaltung, so gewähren Luftbilder zum Zeitpunkt des Scheitels von Frühjahrshochwässern optimale Erfassungsmöglichkeiten von Überflutungs- und Nutzflächen. Daher empfiehlt sich die kombinierte Auswertung von März- und Juni-Aufnahmen.

Beispiele zur Identifizierung von Landschaftselementen beinhaltet Tabelle 2.

Anhand der 3 aufgeführten Beispiele deuten sich bereits die vielfältigen Möglichkeiten der Ansprache von Landschaftselementen an. Weitere Analysen, z. B. zu Funktions- und Genesemerkmalen erscheinen durchaus möglich, sofern sie abbildungswirksam sind. Die in der Tabelle 2 berücksichtigten spektralen Bildmerkmale Ton und Textur dienen in besonderer Weise der Kennzeichnung von Art und Zustand der Elemente. Bereits visuelle Tonwertbestimmungen mittel Graukeil in den MKF-6-Kanälen 2, 4 und 6 (K 2, K 4, K 6) erbringen gute Differenzierungen.

5. Luftbildgestützte Kartierung der Gebietsausstattung mit Landschaftselementen

Auf der Grundlage der dargelegten Erkenntnisse wurde die Ausstattung der Testgebiete mit den untersuchten Landschaftselementen inventarisiert. Die Klassifizierung erfolgte hinsichtlich der Bindung dieser Elemente an eine oder mehrere Geokomponenten (Relief, Wasser, Vegetation; vgl. Schürer und Waldenburger 1986) gemäß Abbildung 1.



V Vegetationsbestimmte LE
VW Vegetations- und gewässerbestimmte LE
VR Vegetations- und reliefbestimmte LE
VWR Vegetations-,gewässer- und reliefbestimmte LE
W Gewässerbestimmte LE
WR Gewässer- und reliefbestimmte LE
R Reliefbestimmte LE
Grenzen von Landschaftseinheiten
Straßen
Siedlungen

Abb. 1. Typen der Landschaftselemente

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Tabelle 2. Beispiele zur Identifizierung von Landschaftselementen und deren Merkmale (verändert nach Kugler und Gassert 1985)

Bezeichnung des Landschafts-elements	Lage	Form	Relief-merkmale	Gewäs-ser-merk-male	Vegetations-merkmale	Grauton				Textur
						pan	K 2	K 4	K 6	
1. Kleinhalde	innerhalb Ackerschlag	kreisförmige Kuppe, $\phi = 11{,}5$ m $h = 12$ m $A = 400$ m²	1.1. Kuppengipfel	ohne	1.1. ohne	0,60	0,15	0,15	1,65	ohne
			1.2. Haldenfuß, NW-Exposition		1.2. Laubgehölz	0,45	0,30	0,60	0,15	körnig
			1.3. Haldenfluß, andere Ex-positionen		1.3. Buschgruppe, Stauden	1,05	0,45	0,75	0,30	körnig
2. Kleinstufe	innerhalb Ackerschlag	$l = 224$ m $b = 5$ m $h = 3$ m	Mittel-hanglage, W-Exposition	ohne	Grasland mit Laubbaum und Strauch	0,75	—	—	—	kleinflockig
3. aufgelassene Tongrube	zwischen Ackerschlag, Bahnlinie und Kleingärten	$l = 145$ m $b = 120$ m $t = 12$ m	Hohlform	ohne	3.1. ohne	0,10	—	—	—	netzförmig
					3.2. Grasbewuchs	0,60	—	—	—	flockig

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Eine Beispielkartierung des nordwestlichen Saalkreises zeigt Abbildung 2.

Das Untersuchungsgebiet bei Halle kennzeichnet ein gegenüber dem Empfehlungswerte von Schrödl (1982) (1,5–4,5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche) durch Berücksichtigung von Restwäldern recht hoher Grad der Ausstattung mit Landschaftselementen. Er basiert u. a. auf dem Reichtum an Trockenrasenstandorten, Bergbauhalden und Restlöchern des Rohstoffabbaus.

Der Vergleich der Flußauen offenbart, daß die Anzahl und Mannigfaltigkeit der Elemente mit der Ausstattung dieser Niederungen mit Altwasserrinnen, Naßsenken und rezenter Ufergestaltung steigt, während wirtschaftliche Einflüsse mit wachsender Intensität gegenteilige Wirkung hervorrufen. Daher prägt die Mulde- und Saale-Aue ein ungleich höherer Besatz als die Unstrut-Aue.

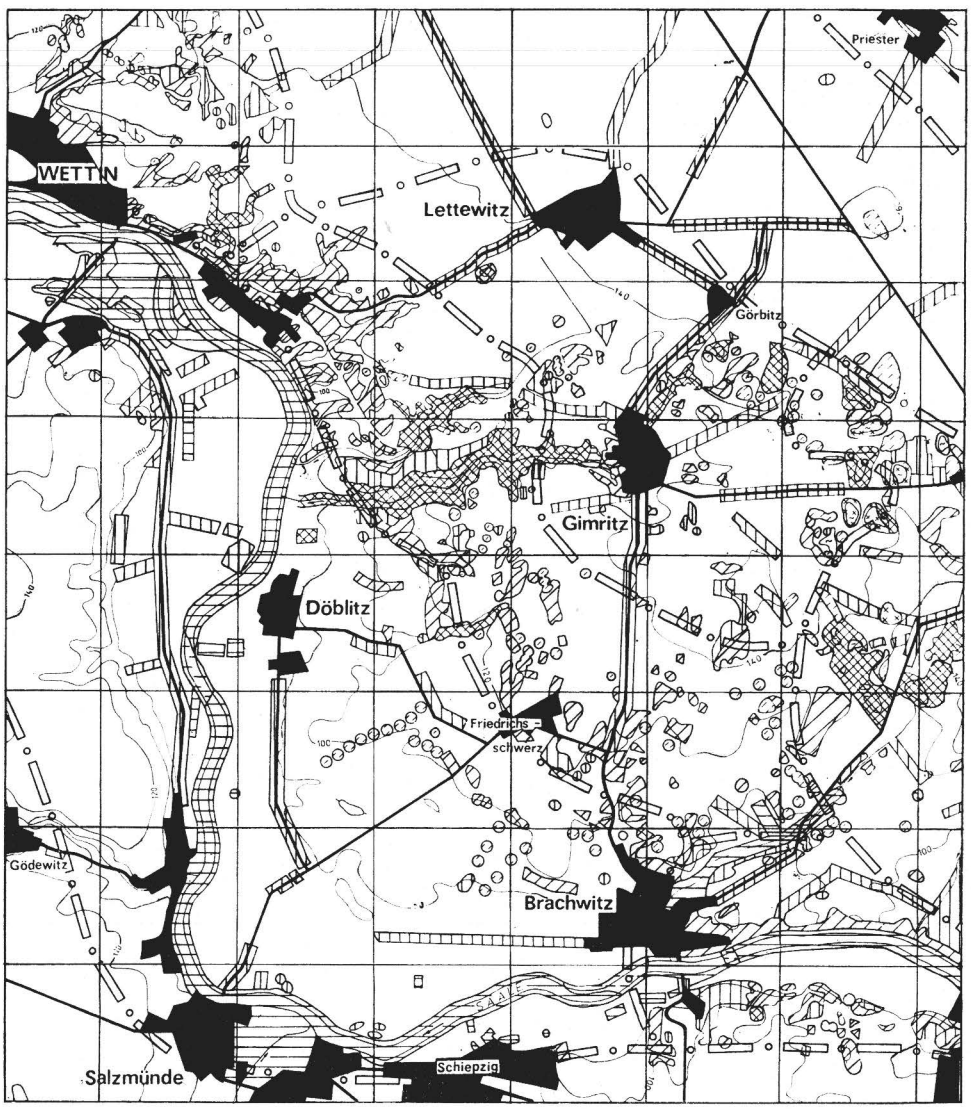


Abb. 2. Ausstattung der Agrarlandschaft mit landeskulturell wichtigen Landschaftselementen / Raum Halle – Wettin (Raster entsprechend Abb. 1)

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

6. Ergebnisse

Die erfolgreiche Anwendung der Methode der Luftbildinterpretation eröffnet die Möglichkeit großflächiger Inventuren und Kartierungen der Landschaftselemente an Sonderstandorten für die territorialplanerische Praxis, besonders als Entscheidungshilfe für Landschaftsplanung und -gestaltung, zur Erstellung thematischer Betriebskarten für die Landwirtschaft (Villwock 1983) und für die Aufbereitung für digitale territoriale Informationssysteme (Trachsler 1980). Für einen Einsatz der hier umrissenen Methode für flächendeckende Inventuren wird folgender Arbeitsablauf vorgeschlagen:

- Erste orientierende Bilddurchmusterung betreffs Art und Verteilung der Landschaftselement-Typen;
- Referenzdatengewinnung in Schlüsselflächen durch direkte Objektanalyse im Gelände;
- densitometrische Stichprobenmessungen;
- gerätegestützte Bildauswertung des Gesamtgebietes;
- Ergänzung durch Zusatzinformationen aus Geländeaufnahmen, Karten;
- kartographische Umsetzung mit Luftbildumzeichner oder Kartoflex.

Schrifttum

Delbard, R., und D. Jouannet: Das Grüne Kataster – Ein Experiment zur Erkundung der Baumvegetation im Pariser Raum. Jenaer Rdsch. **29** (1984) 25–28.

Fietz, M.: Berliner Straßenbäume im Color-Infrarotluftbild. Berliner Geowiss. Abh., Reihe A, **47** (1983) 179–188.

Hentschel, P., et al.: Präzisierte Richtwerte der Menge, Verteilung und Ersehbarkeit von Landschaftselementen. Unveröff. Mskr., Inst. f. Landschaftsforsch. u. Natursch. Halle 1979.

Kadro A.: Untersuchungen der spektralen Reflexionseigenschaften verschiedener Vegetationsbestände. Diss. Freiburg 1981.

Kenneweg, H., Luftbildinterpretation und die Bestimmung von Belastung und Schäden in vitalitätsgeminderten Wald- und Baumbeständen. Schr.-reihe d. forstl. Fak. d. Univ. Göttingen **62** (1980).

Kugler, H., et al.: Integration von Fernerkundungsdaten für geomorphologische Landschaftsanalyse. Geofernerkundung **7** (1983).

Kugler, H., et al.: Landschaftsanalyse mit multispektralen Luftbildern in der Umgebung von Halle (Saale). Geogr. Berichte **29** (1984) 165–184.

Kugler, H., und R. Gassert: Luftbildgestützte Erfassung landeskulturell wichtiger Landschaftselemente. Unveröff. Mskr., Univ. Halle 1985.

Leser, H., et al.: Diercke-Wörterbuch der Allgemeinen Geographie. Braunschweig/München 1984.

Meienberg, P.: Die Landnutzungskartierung nach Pan-, Infrarot- und Farbluftbildern. Münchner Stud. z. Sozial- u. Wirtschaftsgeogr., Regensburg 1966.

Neuss E., und D. Zühlke (Hrsg.): Mansfelder Land. Berlin 1982.

Niemann, E.: Methodik zur Ermittlung der Funktionsleistungsgrade von „Landschaftselementen". Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR **14** (1978) 83–91.

Niemann, E.: Ziele und Methodik einer polyfunktionalen Landschaftsbewertung. Peterm. Geogr. Mitt. **129** (1985) 1–7.

Odzuck, Th.: Beiträge zur Erfassung der landwirtschaftlichen Flächennutzung durch Auswertung großmaßstäbiger Luftbilder. Diss., Univ. Halle 1985.

Pelz, E., und U. Pofahl: Methodik der Analyse und Interpretation. Geofernerkundung **5** (1982).

Reuter, B.: Zur „Landschaftselement-Konzeption" und ihrer Bedeutung bei geographischen Problemen der Landschaftspflege. Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR **15** (1981) 19–30.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Riedel, C.: Untersuchungen zur bodengeographischen Interpretation von multispektralen Luftbildern. Diss., Univ. Halle 1981.

Schmidt, I.: Die Anwendung der Luftbildinterpretation zur Analyse von Freiflächen in Siedlungen. Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR **18** (1985) 251–261.

Schröder, H.: Qualitative und quantitative Untersuchungen zur bodenerosiven Abspülung. Diss., Univ. Halle 1982.

Schrödl, G.: Anteil und Verwendung von Flurgehölzen in standörtlich verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben der DDR als Grundlage für eine produktions- und landschaftsbezogene Flurholzwirtschaft. Diss., Inst. f. Forstwiss., Eberswalde-Finow 1982.

Schürer, A., und H. Waldenburger: Luftbildgestützte Erfassung von Landschaftselementen. Wiss. Z. Univ. Halle **35** (1986) 135–143.

Trachsler, H.: Grundlagen und Beispiele für die Anwendung von Luftaufnahmen in der Regionalplanung. Ber. u. Orts-, Regional- und Landesplanung, Zürich **41** (1980).

Villwock, G.: Untersuchungen zur standortlichen Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen. Diss., Univ. Halle 1983.

Dr. rer. nat. Henry Waldenburger
VEB Hermann Haack
Geographisch-Kartographische Anstalt
Justus-Perthes-Straße 3/9
Gotha
DDR - 5800

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hercynia

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: 26

Autor(en)/Author(s): Waldenburger Henry

Artikel/Article: Erfassung von Landschaftselementen durch Luftbildinterpretation 121-128