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

ISSN 0018-0637 · Hercynia N. F. · Leipzig · 25 (1988) 2 · S. 129–141

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

Multispektralanalytische Quantifizierung bodenbedingter Standortmerkmale des östlichen Harzvorlandes

Von Hilmar Schröder

Mit 5 Abbildungen und 8 Tabellen

(Eingegangen am 4. August 1986)

1. Problemstellung

Die genaue Kenntnis der schlaginternen Standortdifferenzierungen erweist sich für die landwirtschaftliche Praxis als Voraussetzung für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und für die Durchführung agrochemischer und meliorativer Maßnahmen. Die für die landwirtschaftliche Nutzfläche zur Verfügung stehenden Informationen der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standorterkundung (MMK) ermöglichen Aussagen über wesentliche Standorteigenschaften. Als wichtige Leitkriterien sind in den Kartierungseinheiten das Bodenformeninventar, das Relief als stabiler Standortfaktor und der Gefügestil als Ausdruck der Grundform der räumlichen Anordnung der Standorteigenschaften erfaßt (Schmidt und Diemann 1981, Diemann 1980, 1982). Die räumlichen und inhaltlichen Differenzierungen von Standortmerkmalen in landwirtschaftlichen Nutzflächen bezeichnete Schmidt (1972) als standörtliche Heterogenität. Wie Villwock (1983, 1985 a, b) nachweisen konnte, ist es möglich, mit Hilfe der Fernerkundung als moderne und effektive Methode der Informationsgewinnung über das Bildmerkmal „Muster" Aussagen über die Verteilungseigenschaften (räumliche Heterogenität) zu machen, die in dieser Detailierung und Lagegenauigkeit mit terrestrischen Erkundungsmethoden nicht effektiv erbracht werden können.

Als wesentlich komplizierter erweist sich die Fixierung der inhaltlichen Heterogenität als Kontrasteigenschaft zwischen den Merkmalausprägungen. Villwock (1985 a) konnte durch Koeffizientenbildung der Kanäle 4 und 6 in multispektralen Sommeraufnahmen Standortareale bei den Feldfrüchten Erbsen, Winterweizen, Sommergerste, Winterroggen, Zuckerrüben und Kartoffeln qualitativ unterscheiden. Aussagen über die statistische Signifikanz und über Differenzierungen remissionsrelevanter Inhaltsstoffkombinationen sind mit Hilfe der von ihm angewandten Methodik nicht möglich.

2. Abbildungseigenschaften von Ackerflächen in multispektralen Bildsätzen

Die für die Geofernerkundung wichtigen interpretationsrelevanten Bildmerkmale „Grauton", „Textur" und „Muster" können sowohl visuell interpretiert als auch digital-automatisch analysiert werden. Bei den Bildmerkmalen „Textur" und „Muster" erwies sich die visuelle Interpretation bisher als die erfolgreichere Variante. Die Textur (oder auch „Feinmuster") ermöglicht innerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen Rückschlüsse auf die Feldfrucht und den Bearbeitungszustand (vgl. Schneider 1974). Das Muster (oder auch Grobmuster) erlaubt auf Grund seiner Konfigurationen neben dem o. g. auch Aussagen über das fossile und rezente Prozeßgeschehen (Schröder und Villwock

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

1985). Die Anwendung digital-automatischer Verfahren brachte bisher bezüglich dieser beiden Bildmerkmale kaum Erkenntniszuwachs bei der Analyse bodenbedingter Standortmerkmale. Im Gegensatz dazu steht das Bildmerkmal „Grauton". Die Multispektralanalyse als Methode (vgl. Kazmierczak 1980) ermöglicht eine Objektklassifizierung auf Grund der spektralen Eigenschaften der natürlichen Oberflächen, die durch physikalische und chemische Inhaltsstoffkombinationen remitierender Objekte hervorgerufen werden.

So gelang es (Hengelhaupt et al. 1982, Hengelhaupt und Henker 1984, Krönert et al. 1983 und Barsch und Wirth 1983), mit Hilfe der unüberwachten Klassifikation die Hauptarten der Flächennutzung zu unterscheiden. Phänomene der Flächennutzung werden durch diskrete Schwärzungsfunktionen im Informationsträger Grauton realisiert. Unterschiedliche Bodenareale innerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen sind, insofern sich nicht Anbaugrenzen noch zusätzlich störend auswirken, durch kontinuierlichen Übergang, der sich im räumlichen Schwärzungsgradienten unterscheidet, gekennzeichnet. Multispektraldatenklassifikationen erweisen sich nur in Ausnahmefällen und unter günstigen Aufnahmebedingungen (z. B. mittlere Bodenfeuchte oder unterschiedlicher Abtrocknungsgrad nach Niederschlagsereignissen) als erfolgreich. So konnten stark bodenerosionsgeschädigte Löß-Parabraunerden von nicht geschädigten und schwach bodenerosiv geschädigten auf eine Testfläche im Mittelsächsischen Hügelland (vgl. Schröder 1984 a, 1986) im zweidimensionalen Merkmalraum und mit Hilfe der Hauptachsentransformation spektral getrennt werden. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz digital-automatischer Dechiffrierungsverfahren sind neben optimalen Bildeigenschaften (Schärfe, Helligkeit) ein ausreichender Kontrast der remissionsrelevanten Bodeninhaltsstoffe.

Die Remission der natürlichen Objekte wird durch die Reflexion der Sonnenstrahlung und die Emission der objektspezifischen Eigenstrahlung bedingt. Letztere stellt eine integrale Information aus chemischen und physikalischen Eigenschaften der Objekte dar, die durch das Merkmal „Bodenfarbe" differenziert nach der Farbhelligkeit und der Farbsättigung erfaßt werden kann. Bodenfarbenprägende Inhaltsstoffe sind neben der lithologischen Eigenfarbe des Ausgangssubstrats der Bodenbildung vor allem der Humusgehalt, der Eisengehalt, der Mangangehalt, der Kalkgehalt, die Bodenfeuchte (vgl. u. a. Kadro 1981). Diese Objekteigenschaften lassen sich mit hohem volkswirtschaftlichem Aufwand laboranalytisch ermitteln und multispektral quantifizieren (Schröder 1986). Bleibt zu fragen, ob mit Hilfe von terrestrischen Kartierungsmethoden ebenfalls Datenmaterial zur Verfügung gestellt werden kann, das hinreichend genaue Aussagen über die Objekt-Abbild-Beziehung im multispektralen Bildsatz zuläßt. Zu diesem Zweck wurden im Frühjahr 1985 insgesamt 9 Geländeschläge kartiert, die erste Aussagen erlauben.[1]

3. Das Arbeitsgebiet und die natürlichen Standortbedingungen der Testschläge

Das Arbeitsgebiet liegt ca. 15–30 km westlich und nordwestlich von Halle (Saale) (Abb. 1). Die Testschläge befinden sich administrativ in den Kreisen Bernburg, Hettstedt, Eisleben und im Saalkreis. Neuere Arbeiten zu Oberflächenveränderungen und deren Abbildungsverhalten in Fernerkundungsaufzeichnungen in diesem Gebiet stammen von Villwock (1983, 1985 a, b), Riedel und Schröder (1984), Kugler et al. (1984) und Winter (1984). Die Testschläge liegen im niederschlagsarmen Lößgebiet mit Jahressummen im langjährigen Mittel von ca. 430–500 mm Niederschlag. Das Prätertiär

[1] Der Verfasser dankt den Studenten der Seminargruppe D 82 der Sektion Geographie der MLU Halle-Wittenberg für die Unterstützung bei der Datenerfassung.

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

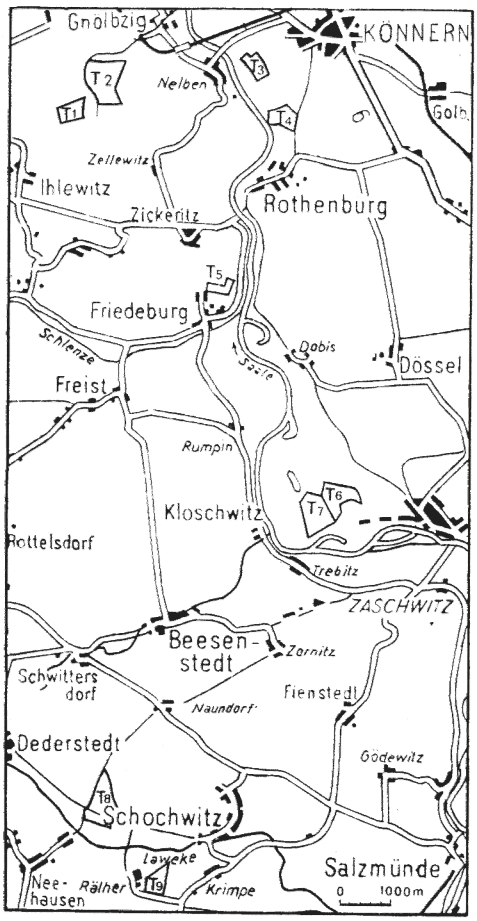

Abb. 1:
Testschläge (T) des Arbeitsgebietes im NW von Halle

Abb. 1
Testschläge (T) des Arbeitsgebietes im NW von Halle

wird von permokarbonen und triassischen Sedimentgesteinen gebildet, die stellenweise von tertiären und weitflächig von quartären Lockersedimenten bedeckt werden. Dominant treten Löß, Geschiebemergel, glazifluviale Sande, Kiese und Schotter auf.

In den Niederungen der Saale, Salzke, Schlenze und Laweke sind holozäne Talsedimente und Auenlehme bzw. -schluffe abgelagert worden. Die Bodendecke ist auf den Hochflächen sehr einheitlich. Es dominieren mächtige Löß-Schwarzerden, die in erosiven Arealen von Löß-Rendzinen abgelöst werden. In Senken sind Kolluviallöß-Schwarzerden und -Schwarzgleye vorhanden. Die talbegleitenden Hänge besitzen eine nur lückige oder gar keine Lößdecke. Hier dominieren Verwitterungsstandorte der permokarbonen und triassischen Sedimente. Diese Standorte sind oft sehr flachgründig und skelettreich. In diesen Talniederungen sind humusreiche Vegaböden weit verbreitet. Die MMK-Standorteinheiten und wesentliche Merkmale der natürlichen Ausstattung der Testschläge zeigen die Tabellen 1 und 2.

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

Tabelle 1. Standorteinheiten der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standorterkundung (MMK) der Testschläge

Testschlag-Nr.	Natürliche Standorteinheiten
1	Lö 1 (öT) P; Lö 1 (öC – eöT) H/S
2	Lö 1 (öT) P; Lö 1 (öC – öT) P, Lö (öC – eöT) H/S
3	V 2 b (vp/g A – vl/g C) P/H
4	Lö 2 b (vl/g C – öC) H/P, V 2 b (vp/g A – vl/gC) P/H
5	Lö 1 (öT) P, V (fA-n/gA) H, V 1 a (vt/gC–ö/l) P
6	V 2/3 c(n/gC–nl/gC) H
7	Al 3 a (op/dW–m/dW) S, Al 3 a (olT–olZ) S
8	Lö 1 (öT) P, Lö 3 (öC–eöT) H
9	Lö 1 (öT) P, Lö 3 (öC) H, V 3 a (vt/gC–nl/gC) H

4. Fernerkundungsmethoden und terrestrische Arbeitsmethoden

4.1. Visuelle Grautondifferenzierung

Die visuelle Grautondifferenzierung als Methode besitzt gegenüber anderen Interpretationsverfahren den Vorteil, daß sie in der Lage ist, synoptische selektierend und abstrahierend fachspezifische Probleme logisch zu werten. Schmidt-Falkenberg (1974) hält das dafür notwendige Auffassungsvermögen des Menschen in seiner Leistung allen anderen derzeit arbeitenden technischen Systemen für überlegen. In bezug auf das Bildmuster kann dieser Auffassung auch heute noch gefolgt werden. Man ist in der Lage, fototechnisch bedingte Grautondifferenzierungen (Randabfall) zu überbrücken.

Als wesentlicher Nachteil erweist sich die starke Subjektivität des Verfahrens. Das Interpretationsergebnis ist sowohl vom reinen Wahrnehmungsvermögen (z. B. Anzahl der vom einzelnen Interpreten unterscheidbaren Grau- und Farbtöne) als auch vom fachspezifischen Kenntnisstand abhängig. Für sachbezogene Überblicksaussagen stellt die visuelle Interpretation immer noch die effektivste Methode dar (vgl. Kugler und Jänckel 1978, Villwock 1982, Schröder 1984 b).

Die visuelle Grautondifferenzierung wurde in drei unterschiedlichen Spektralbereichen, die im multispektralen Bildsatz der MFK-6 den Kanal 2 (520–560 nm – grüngelb), den Kanal 4 (640–680 nm – rot) und den Kanal 6 (790–890 nm – nahes Infrarot) darstellen, durchgeführt. Der Kanal 2 besitzt dabei den Vorteil der guten Differenzierung sehr ähnlich remitierender Bodenoberflächen. In Kanal 4 erhöht sich der Kontrast nicht bodenbedingter Objekteigenschaften, wie z. B. Vorgewände, unterschiedliche Bearbeitungsmethoden, Bearbeitungsrichtungen oder Änderungen der Flächennutzung. Beide Kanäle eignen sich zur Bodenkartierung vor allem unbewachsener oder nur gering bewachsener Böden. Der Kanal 6 dient vor allem der Erfassung von Differenzierungen in den Kulturpflanzenbeständen und der Bodenvernässung (vgl. hierzu Kugler et al. 1984).

4.2. Messende Grautondifferenzierung mittels Mikrodensitometer (MD 100)

Im Gegensatz zur visuellen Grautondifferenzierung lassen sich bei Schwärzungsmessungen mit dem MD 100 vom VEB Carl Zeiss JENA deutlich die Arbeitsschritte Dechiffrierung und Interpretation unterscheiden. Bei der Dechiffrierung erhält man quantitative Daten. Der eigentliche Interpretationsvorgang geht von den Meßdaten aus und stellt damit ein objektiveres Verfahren im Gegensatz zu rein visuellen Luftbildinterpretationen dar.

Das Mikrodensitometer MD 100 dient der Schwärzungsmessung an dünnen foto-

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

Tabelle 2. Wesentliche natürliche Ausstattungsmerkmale der Testschläge (Modul nach Schmidt und Diemann 1981)

Test-schlag-Nr.	Gestal-tungstyp des Reliefs	Lithologie	Substrat-flächentyp	Neigungs-flächentyp	Leitbodenformen (mit Flächenanteil) [%]	Begleitbodenformen
1	Pe, Hi	Löß, Kolluviallöß	ö	05	öT, öC, eöT 50 30 10	ö/lT, ö/lgT, ö/gT, ö/gC, vl/gC, ö/lC, öT, ö/vlC, ö/dC
2	Pe, Hi	Löß, Kolluviallöß	ö	03	öT, öC, eöT 60 20 10	ö/lT, ö/lgT, ö/gT, ö/gC, vl/gC, ö/lC, ö/vlC, ö/dC, lC
3	Hwy	Schluffstein (Permokarbon/ Zechstein)	vp + vl	07	vp/gA, vl/gC 40 40	fA, n/gA, fC, nl/gC, epT, ö/gC, lC
4	Pw, Hw	Schluffstein (Permokar-bon), Löß	vp–vl, ö–vl	05	vp/gA, vl/gC, 30 30 vl/gC, öC 10 10	vt/gC, nl/gC, epT, edT, ö/gC, ö/gT, fC, fA, n/gA, lC
5	Pe, Hz	Löß (Karbon) Schluffstein	ö, vp + vl	09	öT, fA, n/gA, 20 20 20 vp/gA, vl/gC 10 10	öC, ö/lT, ö/CgT, ö/gT, eöT, e/gC, epT, vt/gA, fC, nl/gC, ö/gC, lC
6	BK, Hi	Schiefertone (SU)	vl–n	13	n/gC, nl/gC, 40 30 fC, vt/gC 10 10	ö/lC, vl/gC
7	Ea	Auenlehm über Saale-schotter, Kolluviallöß	ol/d–ol	02	op/dW, m/dW, 30 30 olT, olZ 10 10	plT, plZ, eöT, oC/dZ
8	Pe	Löß	ö	05	öT, öC, eöT 40 30 20	öW, öT, lZ, vZ, ö/lT, ö/dT, mC, vl/gC, ö/nlC, n/gC
9	Hx, Hz	Löß, Schiefer-ton (SU)	ö	09	öC, vt/gC, nl/gC, öT	vl/gT, vl/gC, n/gC, ö/nlT, ö/nlC, l/eC, öW

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

grafisch-transparenten Schichten, bei denen die Durchleuchtwerte, erzeugt von einer spektral-konstanten Lichtquelle, wie in (1) ermittelt werden:

$$D = \frac{f}{f_0} \tag{1}$$

mit f_0 = auf Meßfläche auffallender Lichtstrom,
f = durchgelassener Lichtstrom.

Die Quantifizierung kann in maximal 100 Stufen erfolgen. Die überdeckte Bodenfläche beträgt 5 x 5 m = 25 m². Der Bodenabstand zwischen den Meßpunkten, sowohl in x-Achsenrichtung als auch in y-Achsenrichtung 12,5 m. Das Meßnetz wurde in jedem Kanal an den gleichen Paßkreuzen orientiert, um eine optimale Überdeckung der einzelnen Meßpunkte in den verschiedenen Kanälen zu erreichen. Um eventuelle Meßungenauigkeiten zu reduzieren und Meßfehler auszuschalten, wurden die Streuungswerte mit der 9er und der 25er Umgebung überprüft (vgl. Abb. 2). Je nach Größe der Testschläge ergeben sich zwischen 400 und 900 Meßwerte je Kanal.

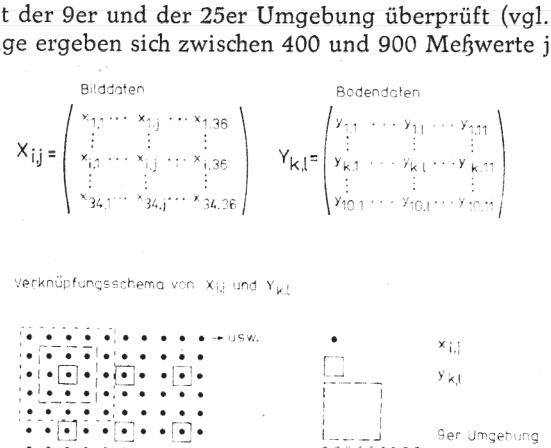

Abb. 2. Erfassungsmatrizen der Bild- und Bodendaten

4.3. Terrestrische Gegenkartierung

Bei der terrestrischen Gegenkartierung wurde für jeden Bildpunkt ein terrestrischer Gegenwert kartiert (Abb. 3), wobei jedes ausgegliederte Areal die gleiche Kodewertnummer erhielt (Abb. 4). Folgende Bodenparameter wurden quantifiziert:

Bodenfarbe-Helligkeit	– nach der Munsell-Soil-Colour-Cords in maximal 7 Stufen
Bodenfarbe-Sättigung	– nach der Munsell-Soil-Colour-Cords in maximal 4 Stufen
Bodensubstrate	– nach Billwitz et al. (1984) in maximal 14 Stufen (nur Mineralböden)
Steinigkeit	– Bedeckungsgrade in maximal 10 Stufen mit 1 m² Meßrahmen
aktuelle Feuchte	– nach Billwitz et al. (1984) in maximal 5 Stufen
Hangneigung (oder relative Höhenlage bei Auenstandorten)	– nach GMK-Projekt (Stäblein 1978) in maximal 8 Stufen

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

Vitalität der aktuellen Feldfrucht	– Bestandsdichte [%] in maximal 10 Stufen
Tongehalt im Oberboden	– nach Rißbildung (vgl. Abb. 5)

Die ausgegliederten Bodenparameter fungieren als kartierbare Referenzdaten für die nur laboranalytisch zu ermittelnden physikalischen und chemischen Eigenschaften der remissionsrelevanten Objektmerkmale.

4.4. Allgemein-statistische Analyseverfahren

Ziel der Untersuchungen ist es, den Grad des Zusammenhanges zwischen den einzelnen Kanälen des multispektralen Bildsatzes und zwischen einem Kanal und jedem

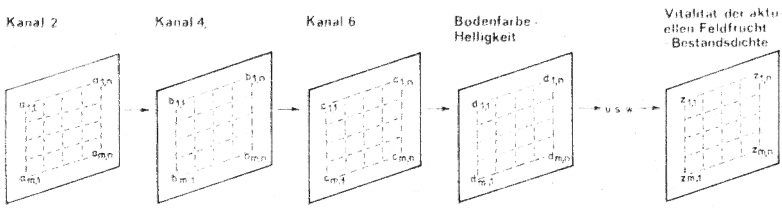

Abb. 3. Verknüpfungsprinzip von Bild- und Bodendaten

Abb. 4. Arealstruktur ausgewählter Bild- und Bodendaten am Beispiel des Testschlages 5

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

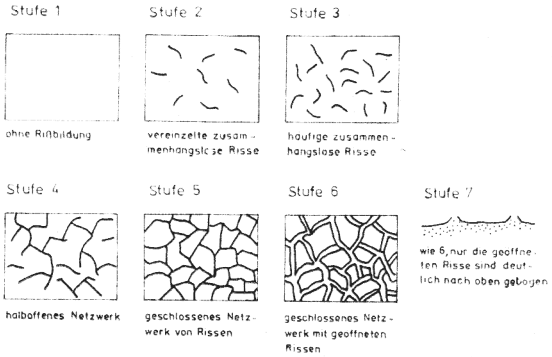

Abb. 5. Kartierungsstufen des Tongehaltes auf verspülter Ackerkrume

terrestrischen Merkmal sowie die Kausalstruktur der Remissionseigenschaften der Ackerkrume zu bestimmen. Für die Aufdeckung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Kanälen wurde die Korrelationsanalyse angewendet. Die Korrelationskoeffizienten geben danach wertfrei den Grad des Zusammenhanges zwischen Erscheinungen wieder. Bei der Korrelationsanalyse können nur Daten miteinander verglichen werden, die neben der inhaltlichen Logik gleichen oder zumindest ähnlichen Datengewinnungsmethoden unterliegen. Dies ist bei der Mikrodensitometeranalyse in den einzelnen Kanälen des multispektralen Bildsatzes garantiert. Da die terrestrischen Daten kartiert wurden, ist in bezug auf die statistische Signifikanz und in bezug auf den Zusammenhang mit den einzelnen Kanälen des multispektralen Bildsatzes der Chi-Quadrat-Test (vgl. Clauss und Ebner 1974) angewandt worden.

5. Die Kausalität der Bild- und Bodendaten

Der Korrelationseffizient zwischen den Kanälen des multispektralen Bildsatzes gibt Aufschluß über den Anteil der Eigeninformationen, welche der einzelne Kanal besitzt. Darüber hinaus ist der Wert des Korrelationskoeffizienten stark objektabhängig. Bezüglich der Flächennutzung korrelieren die Kanäle 1 bis 4 zwischen 0,6 und 0,8. Erst bei Einbeziehung der Kanäle 5 und 6 sinken die Korrelationskoeffizienten deutlich ab. Zwischen Kanal 4 und 6 auf unter 0,1. Die geringste Eigeninformation besitzt der Kanal 5 (Krönert et al. 1983). Bei schlaginterner Multispektralanalyse auf unbedecktem Boden konnten zwischen allen Kanälen Korrelationseffizienten von über 0,6 nachgewiesen werden (Schröder 1986). Die geringsten Eigeninformationen besaß der Kanal 3, der aus diesem Grund als Stellvertreterkanal fungieren kann (vgl. Schröder 1984 a). Bei einer kanalreduzierten Multispektralanalyse ist es deshalb angebracht, zuerst auf die Kanäle 3 und 5 zu verzichten. Für die Untersuchungen sind Testflächen gewählt worden, die ein sehr deutliches schlaginternes Muster aufwiesen, d. h., ihr natürlicher Kontrast ist relativ hoch, so daß multispektral und multitemporal ein stabiles Verhalten zu erwarten ist und die objektbedingten Korrelationskoeffizienten Maximalwerte erreichen. Auf unbewachsenen Lößschlägen liegen die Korrelationskoeffizienten zwischen den Kanälen 2, 4 und 6 im allgemeinen über 0,6. Mit Zunahme des Bedeckungsgrades durch Feldfrüchte sinken die Korrelationseffizienten zwischen den Kanälen 2 und 6 bzw. 4 und 6 deutlich ab. Zwischen letzterem kann der Zusammenhang völlig verlorengehen, wogegen er zwischen 2 und 4 straff bleibt. Bei den Verwitterungsstandorten ist die Tendenz ähnlich. Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Kanälen 2, 4 erreichen jedoch nur etwa Werte zwischen 0,4 und 0,7. In Korrelation zu Kanal 6 liegen die Koeffizienten deutlich unter 0,2. Bei hohem Feldfruchtbedeckungsgrad sind negative Korrelationen zwischen Kanal 2 und Kanal 6 bzw.

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

Kanal 4 und Kanal 6 durchaus nicht ungewöhnlich. Bei hohen natürlichen Inhaltsstoffkontrasten bleibt der Zusammenhang im allgemeinen gewahrt, wenn auch mit negativen Vorzeichen. Der Auenstandort wies zwei Erosionsniveaus auf, die sich vor allem in der Wasserversorgung unterscheiden. Infolge des hohen natürlichen Kontrastes liegen die Korrelationskoeffizienten über 0,6. Die Werte sind auf Grund ihrer Spezifik z. Z. noch nicht als repräsentativ anzusehen. Verallgemeinerungsfähige Aussagen müssen weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben (vgl. Tab. 3). Vergleicht man die Bilddaten mit den Bodendaten, so muß man ebenfalls differenziert nach Lö-, V- und Al-Standorten und nach „unbewachsen" bzw. „bewachsen" vorgehen. Bei unbewachsenen Lößstandorten weist das Merkmal „Bodenfarbenhelligkeit" einen straffen Zusammenhang mit allen untersuchten Kanälen auf. Bei allen anderen Parametern mit Ausnahme der Hangneigung in Kanal 4 existieren nur noch lose Zusammenhänge (Tab. 4). Bei bewachsenen Lößstandorten geht zwar die Repräsentanz des Merkmals „Bodenfarbenhelligkeit" deutlich zurück, sie weist jedoch immer noch den straffsten Zusammenhang auf. Die Merkmale „Bodenfarbensättigung", „Steinigkeit" und „Tongehalt" verlieren jeden Zusammenhang mit den Spektraldaten. Sie werden durch das Remissionsvermögen der Feldfrüchte überdeckt, die im Kanal 6 dominant und in den Kanälen 2 und 4 zum Teil remissionswirksam sind (vgl. Tab. 5). Auf Grund der im allgemeinen höheren Kontraste bei den kartierbaren Bodenmerkmalen (mit Ausnahme der Bodenfarbenhelligkeit) konnten Kausalitäten bei V-Standorten nachgewiesen werden. Dies trifft in erster Linie bei unbewachsenen Standorten auf der Bodenfarbensättigung, die Steinigkeit und den Tongehalt zu (vgl. Tab. 6). Bei bewachsenen Standorten konnte keine Kausalität zwischen der Sättigung der Bodenfarbe, dem Tongehalt einerseits und dem Grauton im multispektralen Bildsatz andererseits nachgewiesen werden. Die Feldfrucht korreliert nur mit dem Kanal 6 (Tab. 7). Die grundwassernahen und die grundwasserfernen Areale des Auenstandortes sind durch hohe natürliche Kontraste charakterisiert. Dieses spiegelt sich auch im Grad des Zusammenhangs bei den Parametern „Bodenfarbenhelligkeit", „Bodenfeuchte" und „Feldfrucht" wider (Tab. 8).

Tabelle 3. Korrelationen der MS-Datensätze (reduzierte Multispektralanalyse-Kanäle 2, 4, 6)

	Unbewachsener Lößstandort (T 9)			Bewachsener Lößstandort (T 8)		
	Kanal 2	Kanal 4	Kanal 6	Kanal 2	Kanal 4	Kanal 6
Kanal 2	1,0			1,0		
Kanal 4	0,78	1,0		0,42	1,0	
Kanal 6	0,76	0,84	1,0	—0,22	—0,04	1,0

	unbewachsener Verwitterungsstandort (T 5)			bewachsener Verwitterungsstandort (T 3)		
	Kanal 2	Kanal 4	Kanal 6	Kanal 2	Kanal 4	Kanal 6
Kanal 2	1,0			1,0		
Kanal 4	0,66	1,0		0,44	1,0	
Kanal 6	+0,14	+0,01	1,0	—0,22	—0,16	1,0

	bewachsener Auenstandort (T 7)		
	Kanal 2	Kanal 4	Kanal 6
Kanal 2	1,0		
Kanal 4	0,78	1,0	
Kanal 6	—0,68	—0,62	1,0

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

Tabelle 4. Kausalität der Spektraldaten und der terrestrisch kartierten Bodendaten eines unbewachsenen Lößstandortes (T 9)

	Bodenfarbe Helligkeit			Sättigung			Boden-substrat			Steinigkeit			Hang-neigung			Boden-feuchte			Tongehalt			Feldfrucht		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Kanal 2	2	2	2	1	1	0							1	0	0	1	0	0	1	0	0			
Kanal 4	2	2	2	1	0	0	n. k.			n. k.			1	1	1	0	0	0	0	0	0	n. k.		
Kanal 6	2	2	2	0	0	0							1	0	0	1	0	0	0	0	0			

Tabelle 5. Kausalität der Spektraldaten und der terrestrisch kartierten Bodendaten eines bewachsenen Lößstandortes (T 8)

	Bodenfarbe Helligkeit			Sättigung			Boden-substrat			Steinigkeit			Hang-neigung			Boden-feuchte			Tongehalt			Feldfrucht		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Kanal 2	2	2	2	0	0	0				0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Kanal 4	2	1	1	0	0	0	n. k.			0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Kanal 6	1	1	1	0	0	0				0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Legende zu den Tabellen 4 bis 8

a — 5 %iges Signifikanzniveau
b — 2,5%iges Signifikanzniveau
c — 1 %iges Signifikanzniveau

0 — ohne Zusammenhang
(Prüfgröße kleiner als der kritische Wert der Chi-Quadrat-Verteilung)

1 — geringer Zusammenhang
(Prüfgröße größer als der kritische Wert der Chi-Quadrat-Verteilung)

2 — starker Zusammenhang
(Prüfgröße mehr als doppelt so groß wie kritischer Wert der Chi-Quadrat-Verteilung)

n. k. — nicht kartiert bzw. nicht kartierbar

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

Tabelle 6. Kausalität der Spektraldaten und der terrestrisch kartierten Bodendaten eines unbewachsenen Verwitterungsstandortes (T 5)

	Bodenfarbe Helligkeit			Sättigung			Boden-substrat			Steinigkeit			Hang-neigung			Boden-feuchte			Tongehalt			Feldfrucht		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Kanal 2	2	2	2	2	1	1				1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1			
Kanal 4	2	2	2	2	1	1	n. k.			1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	n. k.		
Kanal 6	1	1	1	1	0	0				0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0			

Tabelle 7. Kausalität der Spektraldaten und der terrestrisch kartierten Bodendaten eines bewachsenen Verwitterungsstandortes (T 3)

	Bodenfarbe Helligkeit			Sättigung			Boden-substrat			Steinigkeit			Hang-neigung			Boden-feuchte			Tongehalt			Feldfrucht		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Kanal 2	2	2	2	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Kanal 4	2	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kanal 6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1

Tabelle 8. Kausalität der Spektraldaten und der terrestrisch kartierten Bodendaten eines bewachsenen Auenstandortes (T 7)

	Bodenfarbe Helligkeit			Sättigung			Boden-substrat			Steinigkeit			Hang-neigung			Boden-feuchte			Tongehalt			Feldfrucht		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Kanal 2	2	2	2	0	0	0							1	0	0	2	1	1				1	0	0
Kanal 4	2	1	1	0	0	0	n. k.			n. k.			1	1	0	1	1	1	n. k.			1	0	0
Kanal 6	1	1	1	0	0	0							1	0	0	2	2	1				1	1	1

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

6. Zusammenfassung

Die vorgegebenen Analysen stellen erste Ergebnisse laufender Untersuchungen zum Remissionsverhalten von dominant Lö- und V-Standorten im östlichen Harzvorland dar. Die ausgewählten Beispiele wiesen einen hohen Kontrast der natürlichen Standorteigenschaften und der Grautöne im multispektralen Bildsatz auf. Es konnte die statistische Signifikanz und der Grad des Zusammenhangs von kartierbaren Standortmerkmalen im multispektralen Bildsatz nachgewiesen werden.

Schrifttum

Barsch, H., und H. Wirth: Methodische Untersuchungen zur Auswertung multispektraler Fernerkundungsdaten für Flächennutzungskartierungen in der DDR. Petermanns Geogr. Mitt. **127** (1983) 191–202.

Billwitz, K., R. Diemann und S. Slobodda: Methodik der Bodenprofilaufnahme und Vegetationsanalyse. Berlin 1984.

Clauss, G., und M. Ebner: Grundlagen der Statistik. Berlin 1974.

Diemann, R.: Reliefsystematik auf der Grundlage der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). Pflanzenbau u. Bodenkd. **24** (1980) 469–474.

Diemann, R.: Die Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK) 1:25 000/1:100 000. Wiss. Z. Univ. Halle XXXI 82, M (1982) 97–106.

Hengelhaupt, U., E. Bacinski, R. Krönert und L. Schubert: Digitale Bildverarbeitung mit EC 1040 zur Dechiffrierung der Hauptarten der Flächennutzung aus Multispektralphotos. Veröff. Zentralinst. Physik d. Erde **74** (1982) 139–143.

Hengelhaupt, U., und S. Henker: Probleme der geographischen Interpretation von Ergebnissen digital-automatischer Flächennutzungsdechiffrierungen. Veröff. Zentralinst. Physik der Erde **76** (1984) 61–71.

Kadro, A.: Untersuchungen der spektralen Reflexionseigenschaften verschiedener Vegetationsbestände. Diss. Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg i. Br. 1981.

Kazmierczak, H.: Erfassung und maschinelle Verarbeitung von Bilddaten. Berlin 1980.

Krönert, R., U. Hengelhaupt, L. Schmidt und L. Schubert: Geographisch-Kartographische Analyse der Flächennutzung nach multispektralen Luftbildern und Satellitenaufnahmen. Petermanns Geogr. Mitt. **127** (1983) 181–190.

Kugler, H., und R. Jänckel: Zur geographischen Interpretation der Multispektralaufnahme „Süßer See". Geogr. Ber. **23** (1978) 99–111.

Kugler, H., C. Riedel und G. Villwock: Landschaftsanalyse mit multispektralen Luftbildern in der Umgebung von Halle (Saale). Geogr. Ber. **29** (1984) 165–184.

Riedel, C., und H. Schröder: Abbildungsverhalten bodenerosiver geschädigter Flächen im Luftbild. Hercynia N. F. **21** (1984) 98–108.

Schmidt, R.: Standörtliche Heterogenität und Großflächennutzung. Wiss. Abh. Geogr. Gesellsch. DDR (1972) 195–204.

Schmidt, R., und R. Diemann: Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). Eberswalde 1981.

Schmidt-Falkenberg, H.: Experimentelle Untersuchungen zu einigen Verfahren der Photointerpretation. Proceedings of Symp. of Remote Sensing and Photointerpretation 7.–11. Okt. Vol. II (1974).

Schneider, S.: Luftbild und Luftbildinterpretation. Berlin/New York 1974.

Schröder, H.: Musterausprägung und spektrales Abbildungsverhalten von Lößböden im Mittelsächsischen Hügelland. Geogr. Ber. **29** (1984 a) 185–196.

Schröder, H.: Visuelle Interpretation als Methode zur Erfassung der arealen Verteilung bodenerosiver Abspülungen auf Testflächen im südöstlichen Harzvorland. Hall. Jb. Geowiss. **9** (1984 b) 93–106.

Schröder, H.: Multispektrale Luftbildanalyse zur Ausgliederung von bodenerosiv geschädigten Standorten. Petermanns Geogr. Mitt. **130** (1986) 129–133.

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

Schröder, H., und G. Villwock: Musteranalyse in Luftbildern zur Kennzeichnung physischgeographischer Prozesse auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Petermanns Geogr. Mitt. **129** (1985) 271–278.

Stäblein, G. (Hrsg.): Geomorphologische Detailaufnahme. Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm I. Berlin Geogr. Abh. **30** (1978).

Villwock, G.: Zur geowissenschaftlichen Interpretation kosmischer Aufnahmen aus dem östlichen Harzvorland. Hall. Jb. Geow. **7** (1982) 3–18.

Villwock, G.: Untersuchungen zur Ermittlung von Merkmalen der standörtlichen Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen mit Methoden der Geofernerkundung. Diss. A Halle 1983.

Villwock, G.: Abbildungsverhalten bodenbedingter Standortmerkmale in multispektralen Luftbildern als Grundlage zur Erfassung der Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen. Wiss. Z. Univ. Halle XXXIV **85**, M (1985 a) 37–45.

Villwock, G.: Großmaßstäbige Betriebskarten zur standörtlichen Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen auf Grundlage von Fernerkundungsdaten. Wiss. Abh. Geogr. Gesell. DDR **18** (1985 b) 262–272.

Winter, H.: Testuntersuchungen zur spülerosiven Bodenerosion im nordöstlichen Mansfelder Land. Wiss. Z. Univ. Halle XXXIII **84** M (1984) 85–91.

Dr. Hilmar Schröder
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Sektion Geographie
Heinrich-und-Thomas-Mann-Straße 26
Halle (Saale)
DDR - 4020

Autorenkollektiv unter Leitung von Prof. Dr. U. Sedlag: **Insekten Mitteleuropas.** Leipzig, Radebeul: Neumann Verlag 1986. 408 S., 994 farbige Abb., 360 Schwarzweißzeichnungen, 38,40 M.

Die Kenntnis der Vielfalt der Insektenwelt und ihre Bedeutung für den Menschen werden dem Leser nahegebracht. Es muß dabei unbedingt erwähnt werden, daß viele allgemeine Begriffe und Beobachtungen in das Buch eingeflossen sind. Damit ist der wissenschaftlich belehrende Ton herausgenommen und das Interesse des Lesers für die Insekten und ihre Entwicklung geweckt worden. Weniger Faktenvermittlung, vielmehr unterhaltend informierend ist die Devise.

Drei Seiten umfaßt das Kapitel über den Bau des Insektenkörpers, ebenso lang ist die Abhandlung zur Entwicklung der Insekten. Diese kurze Darstellung der allgemeinen Entomologie wird von einer Auswahl der Larventypen und deren Merkmalen ergänzt. Ein Bestimmungsschlüssel, graphisch mit vielen Schwarzweißzeichnungen vervollständigt, beinhaltet die wichtigsten Formen. Ein interessanter Ansatz und beispielgebend für andere Bestimmungsliteratur erscheint der auf acht Seiten vorgestellte Schlüssel zur Ermittlung der Insektenordnungen. Auch Laien können damit eine Grobeinteilung des Insektenreiches vornehmen.

Anschließend werden in systematischer Reihenfolge die Insektenordnungen vorgestellt. Jede Ordnung enthält einen theoretischen, meist allgemein ökologischen Vorspann. Selbst anatomisch morphologische Merkmale werden darin in erzählender Form abgehandelt und damit für den Leser nacherlebbar. Ein Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten Gattungen (Arten) folgt. Hierbei ist wiederum lobenswert, die Spezialliteratur sofort der jeweiligen Ordnung (Unterordnung) folgen zu lassen. Das erspart dem Interessenten, Literatur mühsam aus Quellenverzeichnissen zusammentragen zu müssen. Dabei werden stets nur die wichtigsten monographischen Arbeiten erwähnt und bewußt auf Einzelveröffentlichungen verzichtet.

W.-R. Große

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hercynia

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 25

Autor(en)/Author(s): Schröder Hilmar

Artikel/Article: Multispektralanalytische Quantifi zierung bodenbedingter Standortmerkmale des östlichen Harzvorlandes 129-141