

## Zur Eignung von DHM- und ATKIS-Daten für die Landschaftsmodellierung

ELKE HIETEL, RAINER WALDHART & ANNETTE OTTE, Gießen

**Zusammenfassung:** An Agrarlandschaften werden vielfältige funktionale Ansprüche gestellt. Landschaftsfunktionen sind z.B. die Bereitstellung von Flächen für die landwirtschaftliche Produktion und für die naturbezogene Erholung, Regulierung des Wasserhaushaltes und Erhaltung oder Schaffung biotischer Vielfalt. Die GIS-gestützte Modellierung von Landschaftsstrukturen und ihrer zeitlichen Variabilität hat bei der Analyse von Landschaftsfunktionen große Bedeutung. ‚Natürliche‘ und ‚anthropogen bedingte‘ Raummuster, welche die Landschaftsstruktur prägen, sind z. B. Topographie und Nutzungsmuster. Digitale Höhenmodelle (DHM) und Datensätze des Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) der deutschen Landesvermessungsämter können als Grundlagendaten für eine effiziente Landschaftsanalyse potenziell geeignet sein.

Ein Vergleich parzellenscharfer Geländekartierungen mit DHM- und ATKIS-Daten aus einer peripheren Kulturlandschaft Hessens zeigt jedoch, dass die aus diesem Gebiet vorliegenden digitalen Datensätze erhebliche Unschärfen und Fehler aufweisen. Diese beruhen im Wesentlichen auf einer zu geringen räumlichen Auflösung und fehlender Aktualisierung der Daten. Für effiziente Landschaftsanalysen im lokalen Maßstab sind diese digitalen Datensätze ungeeignet. Stattdessen sind Geländekartierungen (Maßstab 1:5.000) und Luftbildauswertungen (Maßstab 1:12.000 und größer) unverzichtbar.

**Summary:** *On the use of DEM and ATKIS on modeling landscapes.* Agrarian landscapes have various functions, e.g. providing areas for agricultural production and for recreation in nature, regulating the water balance and preserving or creating of biodiversity. Modeling landscape structures and their temporal changes with help of GIS is important to analyse landscape functions. ‚Natural‘ and ‚human made‘ spatial patterns such as topography or land-use patterns characterize landscape structures. Digital elevation models (DEM) and the authoritative topographic cartographic information system (ATKIS) are digital data provided by german surveying administrations that may be used for efficient analysing and modeling landscapes.

Comparing digital data of DEM and ATKIS with field inventories in a marginal rural landscape in Hesse we found a considerable lack of conformity caused by differences in spatial resolution and digital data out of date. Accordingly these digital data are insufficient to analyse landscape functions at local scale. Therefore, field inventories (at scale 1:5000) and visual interpreting of aerial photographs (at scale 1:12000 or finer) are indispensable.

### 1 Einleitung

In den letzten Jahren wurden zunehmend Methoden aus dem Bereich der Geoinformation in den Auswertungsprozess von Fernerkundungsdaten integriert (IHL & GLÄSSER 2001), so dass die Methoden der

geografischen Informationssysteme und der Fernerkundung zusammenwachsen. Daraus resultiert eine breite Anwendungsmöglichkeit für die Umweltwissenschaften. Ein wesentlicher Aspekt ist hier die GIS-gestützte Analyse von Landschaftsfunktionen.

Besonders an periphere landwirtschaftlich geprägte Kulturlandschaften werden heute vielfältige funktionelle Ansprüche gestellt (HENKEL 1995). Solche Landschaftsfunktionen sind z. B. die Bereitstellung von Flächen für die landwirtschaftliche Produktion und für die naturbezogene Erholung, die Regulierung des Wasserhaushaltes und die Erhaltung oder Schaffung biotischer Vielfalt. Qualitative und quantitative Kenntnisse der Landschaftsfunktionen ermöglichen die Entwicklung regionaler Landnutzungsoptionen und Managementkonzepte mit dem Ziel der nachhaltigen Sicherung dieser Funktionen.

Für die Analyse und Modellierung von Landschaftsfunktionen sind die Landschaftsstruktur prägende ‚natürliche‘ und ‚anthropogen bedingte‘ Raummuster (z.B. Topographie und Nutzungsmuster) und deren zeitliche Variabilität zu berücksichtigen (u.a. GROSSI et al. 1995, BUREL et al. 1998). Topographie und Landnutzung sind in diesem Zusammenhang wesentliche Zustandsvariablen und Prozessgrößen.

Die deutschen Landesvermessungsämter stellen mit Höhenmodellen (DHM) und dem Amtlich Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) digitale Datensätze zur Verfügung, welche derartige Raumdaten flächig verfügbar machen. Derzeit werden die DHM als eigenständige Modelle von den Landesvermessungsämtern erstellt. In der Endfassung von ATKIS ist aber geplant, auch das Relief als topologische Relation zu speichern (ADV 1988). Diese Datensätze können als Grundlagendaten für eine effiziente GIS-gestützte Landschaftsanalyse insbesondere in peripheren Kulturlandschaften eine potenziell große Bedeutung haben. Untersuchungen von LAUSCH & MENZ (1999) haben jedoch im Hinblick auf Satellitendaten ergeben, dass der geometrische und spektrale Informationsgehalt hier in der Regel nicht ausreicht, um eine realistische Quantifizierung von Landschaftsstrukturen zu erreichen.

Auf der Grundlage eines Vergleichs von im Gelände erhobenen Daten mit DHM- und ATKIS-Daten der Hessischen Kataster- und Vermessungsverwaltung wurde da-

her für zwei Testgebiete des Lahn-Dill-Berglandes (Hessen) auf lokaler Maßstabsebene ermittelt, mit welcher tatsächlichen/realen Genauigkeit Raummuster zu Topographie und Landnutzung über DHM und ATKIS abgebildet werden.

## 2 Daten und Methoden

### 2.1 Testgebiete

Die Untersuchungen erfolgten in zwei Testgebieten innerhalb des Lahn-Dill-Berglands (östliches Rheinisches Schiefergebirge, Hessen). Das Lahn-Dill-Bergland steht beispielhaft für periphere Mittelgebirgsregionen, in denen relativ ungünstige natürliche und agrarstrukturelle Gegebenheiten zusammenfallen (FREDE & BACH 1999). Bei den Testgebieten handelt es sich um (1) die Gemarkung Erda, Gemeinde Hohenahr (Flächengröße: 1154 ha, Höhe: 270–380 m über NN) und (2) die benachbarten Gemarkungen Steinbrücken und Eibelshausen, (Gemeinden Dietzhölztal und Eschenburg, Flächengröße: 927 ha, Höhe: 280–550 m über NN).

Aufgrund relativ ungünstiger standörtlicher Bedingungen für die Landwirtschaft ist seit Anfang der fünfziger Jahre im Lahn-Dill-Bergland eine zunehmende Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung zu verzeichnen (SCHULZE-VON-HANXLEDEN 1972, KOHL 1978). In den beiden Testgebieten hat sich die Landnutzung seit 1945 unterschiedlich entwickelt (WALDHARDT et al. 1999): (1) In Erda sind kleinflächige ackerbauliche Nutzung, häufige Wechsel zwischen Acker und Grünland sowie ein relativ geringer Brachflächenanteil typisch. Die Flächenanteile des Acker-, Grün- und Brachlandes haben sich seit 1945 nicht wesentlich verändert. (2) In Steinbrücken/Eibelshausen ist dagegen eine fast vollständige Aufgabe der ackerbaulichen Nutzung zugunsten von Grünland, Brache oder Siedlung erfolgt.

## 2.2 Datengrundlagen

### 2.2.1 Geländekartierung

In den Jahren 1997 und 1998 wurden die Flächeneigenschaften Exposition, Hangneigung und Nutzungsform im Gelände für beide Testgebiete parzellenscharf auf ALK (Maßstab 1:5.000) kartiert (FUHR-BOSSDORF et al. 1999). Bei der Kartierung von Exposition und Hangneigung mittels Kompass und Klinometer wurden nur Acker-, Grünland- und Brachflächen außerhalb von fast ausschließlich als Grünland genutzten Tallagen berücksichtigt. In Erda wurden die Reliefdaten daher auf 28 % (entspricht 324 ha) und in Steinbrücken/Eibelshausen auf 16 % (entspricht 125 ha) der Gebietsfläche erhoben. Die Nutzungsformen wurden auf der Gesamtfläche der beiden Testgebiete kartiert.

### 2.2.2 DHM

Das flächendeckend in Hessen verfügbare DHM 40 beschreibt als Modell mittlerer Qualitätsstufe (d. h. mittlerer Gitterpunktgenauigkeit) die Geländeform der Erdoberfläche durch gitterförmig im 40 m-Raster angeordnete, in Lage und Höhe georeferenzierte Punktmengen und deckt einen Maßstabsbereich von 1:10.000 bis 1:30.000 ab (ADV 2002). Die Primärdatenerfassung erfolgte durch photogrammetrische Stereoauswertung von Luftbildern aus den Jahren 1975 bis 1984 im Maßstab 1:5.000.

### 2.2.3 ATKIS

ATKIS ist ein deutschlandweites, digitales Landschaftsmodell (DLM), in dem das topologische Netz der Straßen, Wege, Gewässer und Schienenbahnen die Landschaft in Maschen aufteilt. Für die dadurch abgegrenzten flächenförmigen Objekte wird die vorherrschende Nutzung (orientiert am Informationsgehalt der Topographischen Karte 1:25.000) aus digitalen Orthophotos abgeleitet. Die Klassifikation der Nutzungsarten erfolgt auf der Grundlage des ATKIS-Objektartenkatalogs (ADV 2002). Das Basis-DLM liegt im Maßstab 1:5.000 – 1:10.000 vor. In die Untersuchung einbezogen wurden ATKIS-Daten des Hessischen Landesvermessungsamtes im Erfassungsstand von 1998 und im Maßstab 1:5.000.

## 2.3 Methoden

Aus dem DHM wurden mit Hilfe des geographischen Informationssystems ArcView 3.2 Exposition und Hangneigung nach der Methode Horn berechnet, die sich für stärker reliefierte Oberflächen eignet (BURROUGH & McDONNELL 1998). Für Flächen mit einer Hangneigung  $< 1^\circ$  wird keine Exposition berechnet. Die aus dem DHM abgeleiteten Daten sowie die ATKIS-Nutzungsdaten wurden anschließend mit den im Gelände erhobenen Relief- und Nutzungsdaten verschnitten (Tab. 1).

Der Grad der Flächenübereinstimmung in den Datensätzen wurde ermittelt. Die Ex-

**Tab. 1:** Raumdaten der vergleichenden Analyse.

Datenquellen: Geländekartierungen (FUHR-BOSSDORF et al. 1999); DHM und ATKIS des Hessischen Landesvermessungsamtes.

Geländekartierung	Raumdaten	Digitale Landschaftsmodelle
Parzellenscharfe Geländekartierung für Acker-, Grünland- und Brachflächen, M = 1 : 5.000	Neigung ( $^\circ$ ) ← und → Exposition ( $^\circ$ )	DHM, 40 m-Raster
Geländekartierung auf gesamter Fläche M = 1 : 5.000	← Nutzung →	ATKIS, M = 1 : 5.000

position wurde hierfür in südliche und nördliche Bereiche unterschieden (Unterteilung der Windrose bei  $112,5^\circ$  und  $292,5^\circ$ ; AG BODEN 1996). Die Hangneigung wurde in 6 Neigungsstufen unterteilt, wobei nicht bis sehr schwach geneigte Bereiche ( $0^\circ$ – $2^\circ$ ), schwach geneigte Bereiche ( $2^\circ$ – $5^\circ$ ), mittel geneigte Bereiche ( $5^\circ$ – $10^\circ$ ), stark geneigte Bereiche ( $10^\circ$ – $15^\circ$ ), sehr stark geneigte Bereiche ( $15^\circ$ – $20^\circ$ ) und Steilhänge ( $> 20^\circ$ ) unterschieden wurden (AG BODEN 1996).

Die statistische Verteilung der Reliefdaten aus DHM und Gelände wurde analysiert und das Signifikanzniveau der Differenzen mittels Wald-Wolfowitz-Tests untersucht. Dafür war eine Transformation der Expositionsdaten erforderlich, die nach EWALD (1997) von  $-1$  (Schattseite,  $13,5^\circ$ – $31,5^\circ$ ) bis  $+1$  (Sonnseite,  $193,5^\circ$ – $211,5^\circ$ ) skaliert wurden.

Für den Vergleich der im Gelände kartierten und der ATKIS-Nutzungsdaten wurden die folgenden 6 Nutzungsklassen unterschieden: Wald, Acker, Grünland, Brache, Gehölz und Sonstiges. Brachen wurden lediglich bei der Geländekartierung ausgewiesen. Dabei handelt es sich um ältere verbuschte Brachen. Der ATKIS-Datensatz weist keine Brachflächen aus.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Genauigkeit des DHM

Tab. 2 stellt die statistische Verteilung der Reliefdaten in den beiden Testgebieten dar und vergleicht DHM- und Geländedaten. Demnach ist Steinbrücken/Eibelshausen durch eine hohe Reliefenergie mit Hangneigungen bis  $> 20^\circ$  gekennzeichnet, wobei sonnseitige Expositionen dominieren. Erda weist dagegen insgesamt geringere Hangneigungen auf. Schattseitige Hangexpositionen treten hier häufiger auf als in Steinbrücken/Eibelshausen. Ein Vergleich der DHM- und der Geländedaten zeigt, dass bezüglich des Parameters Exposition die Verteilung der Daten ähnlicher ist als bei dem Parameter Hangneigung. Allerdings zeigen Wald-Wolfowitz-Tests, mit denen sich die Signifikanz von Differenzen nicht nur bezüglich der Lage des Medians sondern auch bezüglich der Streuung des Parameters beurteilen lässt, dass die Unterschiede zwischen DHM- und Geländedaten sowohl bei der Hangneigung als auch bei der Exposition sehr stark signifikant sind ( $p < 0,001$ ). Die Nullhypothese, wonach die Stichproben zu Hangneigung und Exposition aus dem DHM und aus der Geländekartierung jeweils aus denselben

**Tab. 2:** Deskriptive Statistik der Raumeigenschaften Hangneigung und Exposition in Steinbrücken/Eibelshausen (SE) und in Erda (E). Neigung in  $^\circ$ ; Exposition von  $-1$  (Schattseite,  $13,5^\circ$ – $31,5^\circ$ ) bis  $+1$  (Sonnseite,  $193,5^\circ$ – $211,5^\circ$ ) skaliert.

Das Signifikanzniveau der Differenzen in der Verteilung von DHM- und Geländedaten ist bei allen Parametern  $< 0,001$  (Wald-Wolfowitz-Tests).

Gebiet	Raumparameter	Datenquelle	N	Median	25% – 75% – Perzentile	Minimum – Maximum	Standard- abweichung
SE	Neigung	DHM	2429	8,0	5,0–11,0	0,0–34,0	4,85
		Gelände	1380	8,5	5,5–11,0	0,5–24,7	3,47
	Exposition	DHM	2350	0,3	– 0,2– + 0,7	– 1,0– + 1,0	0,53
		Gelände	1380	0,3	– 0,1– + 0,6	– 1,0– + 1,0	0,51
E	Neigung	DHM	5184	5,0	0,0– 5,0	0,0–16,0	2,84
		Gelände	1707	3,6	2,9– 4,5	0,5–13,1	1,42
	Exposition	DHM	3187	0,3	– 0,7– + 0,8	– 1,0– + 1,0	0,68
		Gelände	1707	0,3	– 0,6– + 0,8	– 1,0– + 1,0	0,72

Grundgesamtheiten stammen, muss daher verworfen werden.

Die kartierten Hangneigungen weichen von den aus dem DHM abgeleiteten Neigungsdaten teilweise erheblich ab (Tab. 3). Die Übereinstimmung beträgt in Steinbrücken/Eibelshausen in allen 6 unterschiedlichen Neigungsklassen ( $0^\circ$ – $> 20^\circ$ ) weniger als 50 %. In Erda wurden 4 Neigungsklassen ( $0^\circ$ – $15^\circ$ ) unterschieden, bei denen die Übereinstimmung mit dem DHM höher ist und von 24 % bis zu 61 % variiert. In beiden Testgebieten ist die Übereinstimmung bei den nicht bis schwach geneigten Hängen ( $0^\circ$ – $5^\circ$  Neigung) etwas geringer als bei den stärker geneigten Hängen.

Die Expositionen der Testgebiete werden durch das DHM relativ gut abgebildet, sofern allein Bereiche mit nördlicher und südlicher Exposition unterschieden werden (Tab. 3). Gelände- und DHM-Daten weisen in Steinbrücken/Eibelshausen Übereinstimmungen von 79 % (nördliche Exposition) bzw. 86 % (südliche Exposition) auf. In Erda sind die Übereinstimmungen mit 69 % (nördliche Exposition) bzw. 67 % (südliche Exposition) etwas geringer. Hier weist die Geländekartierung für einen relativ großen Flächenanteil, der im DHM als weitgehend

ebene Fläche (Hangneigung  $> 1^\circ$ ) ohne Angabe der Exposition abgebildet wurde, eine nördliche Exposition (25 %) bzw. eine südliche Exposition (27 %) aus.

### 3.2 Genauigkeit der ATKIS-Daten

Die im Gelände kartierten und die ATKIS-Nutzungsdaten werden in den Tab. 5a und 5b verglichen. Der Grad der Übereinstimmung mit den Geländedaten beträgt in Erda 68 % der Gesamtfläche und in Steinbrücken/Eibelshausen nur 56 %. In beiden Testgebieten weist Wald die größte Übereinstimmung auf, gefolgt von Acker und Grünland. Brachen werden in den ATKIS-Daten nicht ausgewiesen. In Steinbrücken/Eibelshausen mit 36 ha Brachflächen werden 56 % dieser Brachen von den ATKIS-Daten als Grünland ausgewiesen. Erda weist mit lediglich 4 ha einen erheblich geringeren Flächenanteil an Brache auf als Steinbrücken/Eibelshausen. In den ATKIS-Daten werden diese Brachflächen neben Wald und Acker zu einem relativ großen Anteil (25 %) als Gehölz dargestellt. Die im Gelände kartierten Gehölzflächen werden in den ATKIS-Daten für Steinbrücken/Eibelshausen vorwiegend als Wald (50 %) bzw. als Grünland (21 %)

**Tab. 3:** Prozentuale Übereinstimmung der im Gelände kartierten mit der im DHM ausgewiesenen Hangneigung.

Neigungsklassen (AG BODEN 1996):  $0^\circ$ – $2^\circ$  (nicht bis sehr schwach geneigt),  $2^\circ$ – $5^\circ$  (schwach geneigt),  $5^\circ$ – $10^\circ$  (mittel geneigt),  $10^\circ$ – $15^\circ$  (stark geneigt),  $15^\circ$ – $20^\circ$  (sehr stark geneigt),  $> 20^\circ$  (steil).

		Geländekartierung									
		Steinbrücken/Eibelshausen					Erda				
		0–2	– 5	– 10	– 15	– 20	> 20	0–2	– 5	– 10	– 15
<b>Fläche in ha</b>		2,1	22,3	73,2	50,1	3,2	0,9	15,4	241,9	65,8	0,7
		<b>Prozent der im Gelände kartierten Fläche</b>									
<b>D H M</b>	<b>0–2</b>	<b>12</b>	11	3	0	0	0	<b>52</b>	30	6	0
	<b>– 5</b>	21	<b>32</b>	12	0	0	0	23	<b>24</b>	19	0
	<b>– 10</b>	61	49	<b>49</b>	29	12	0	25	44	<b>61</b>	0
	<b>– 15</b>	6	7	28	<b>48</b>	57	7	0	2	12	<b>55</b>
	<b>– 20</b>	0	1	7	16	<b>18</b>	53	0	0	1	45
	<b>&gt; 20</b>	0	0	1	7	13	<b>40</b>	0	0	– 0	0

**Tab. 4:** Prozentuale Übereinstimmung der im Gelände kartierten mit der im DHM ausgewiesenen Exposition.

Exposition: Unterscheidung nördlicher und südlicher Bereiche durch Unterteilung der Windrose bei 112,5° und 292,5°.

		Geländekartierung			
		Steinbrücken/Eibelshausen		Erda	
		Nord	Süd	Nord	Süd
Fläche in ha		44,7	107,1	139,4	184,6
		Prozent der im Gelände kartierten Fläche			
D	Nord	79	11	69	6
H	Süd	18	86	6	67
M	Hangneigung < 1°	3	3	25	27

**Tab. 5:** Prozentuale Übereinstimmung der im Gelände kartierten mit den ATKIS-Landnutzungsdaten.

**5a) Steinbrücken/Eibelshausen**

		Geländekartierung					
		Wald	Acker	Grünland	Brache	Gehölz	Sonstiges
Fläche in ha		351	7	174	36	12	347
		Prozent der im Gelände kartierten Fläche					
A	Wald	94,6	0,4	1,4	24,4	50,0	10,4
T	Acker	0,2	81,5	25,2	18,1	2,3	7,3
K	Grünland	4,0	18,0	71,0	56,1	21,5	25,4
I	Gehölz	1,0	0,0	0,7	1,0	8,4	1,7
S	Sonstiges	0,2	0,1	1,7	0,4	8,7	55,2

**5b) Erda**

		Geländekartierung					
		Wald	Acker	Grünland	Brache	Gehölz	Sonstiges
Fläche in ha		439	285	219	4	8	202
		Prozent der im Gelände kartierten Fläche					
A	Wald	98,5	0,5	0,9	34,0	24,6	11,4
T	Acker	0,4	91,0	17,6	28,5	23,7	13,9
K	Grünland	0,4	8,2	81,0	8,8	28,2	15,7
I	Gehölz	0,3	0,1	0,2	24,9	23,5	1,0
S	Sonstiges	0,4	0,2	0,3	3,8	0,0	57,9

dargestellt, während sie in Erda zu etwa gleichen Flächenanteilen als Wald, Acker, Grünland und Gehölz dargestellt sind.

Hinzu kommt, dass der ATKIS-Datensatz das Nutzungsmuster im Vergleich zu den Geländedaten relativ grob darstellt (Abb. 1). Der Median der Parzellengrößen zusammenhängend bewirtschafteter Schläge beträgt bei der Geländekartierung in Er-







da für Acker 0,35 ha und für Grünland 0,20 ha sowie in Steinbrücken/Eibelshausen für Acker 0,24 ha und für Grünland 0,15 ha. Bei den ATKIS-Daten beträgt der Median der Parzellengrößen dagegen in Erda für Acker 0,48 ha und für Grünland 0,38 ha sowie in Steinbrücken/Eibelshausen für Acker 0,25 ha und für Grünland 0,21 ha.



ATKIS-Datensatz



Geländekartierung

-  Acker
-  Grünland
-  verbuschte Brache
-  Gehölz
-  Wald
-  Sonstiges



**Abb. 1:** Nutzungsmuster nach ATKIS-Daten und Geländekartierung 1998. Ausschnitt aus dem Testgebiet Steinbrücken/Eibelshausen.

## 4 Diskussion

### 4.1 DHM- und Geländedaten

Der Vergleich von DHM und Geländedaten zeigt signifikante Abweichungen auf. Demnach wird die Exposition besser durch das DHM abgebildet und weist einen höheren Übereinstimmungsgrad mit den Geländedaten auf als die Hangneigung. Ursache dafür mag die Beschränkung auf zwei Expositionsklassen (Nord und Süd) sein, während bei der Hangneigung differenzierter unterschieden wurde. Die aus dem DHM berechneten Expositionen zeigen im Testgebiet Steinbrücken/Eibelshausen, welches durch eine hohe Reliefenergie gekennzeichnet ist, eine höhere Übereinstimmung mit den Geländedaten als im Testgebiet Erda, welches einen relativ großen Flächenanteil mit geringer Hangneigung aufweist. Für diese Flächen kann offensichtlich aus den DHM-Daten die Exposition nicht berechnet werden. Die Qualität der aus dem DHM abgeleiteten Expositionsdaten ist also positiv mit der Reliefenergie des Testgebietes korreliert.

Die aus dem DHM berechneten Hangneigungen weichen erheblich von den kartierten Hangneigungen ab. Hier ist jedoch die Übereinstimmung in Erda höher als in Steinbrücken/Eibelshausen. Ursache dafür ist wiederum die höhere Reliefenergie in Steinbrücken/Eibelshausen. Die Interpolation, durch die das DHM aus den bei der photogrammetrischen Erfassung ermittelten regelmäßig verteilten Reliefpunkten flächenhaft berechnet wird, führt zu Zwischenwerten, die eine mathematische Approximation an das tatsächliche Relief darstellen (HAKE & GRÜNREICH 1994). Offenbar ist bei der vorliegenden hohen Reliefenergie im Testgebiet Steinbrücken/Eibelshausen das 40-m-Raster nicht ausreichend um die Hangneigungen entsprechend den örtlichen Gegebenheiten großmaßstäbig abbilden zu können. Die Höhengenaugigkeit des DHM ist geländetypabhängig und wird von der ADV (2002) für steile Lagen mit  $\pm 3$  m angegeben, für bewaldete Lagen mit  $\pm 3-5$  m. Die Qualität der aus dem DHM abgeleiteten Hangneigungsdaten ist also negativ mit der

Reliefenergie des Testgebietes korreliert. Hinzu kommt die vergleichsweise geringere Übereinstimmung bei den nicht bis schwach geneigten Hängen (Neigungsklassen  $0^\circ-2^\circ$  und  $2^\circ-5^\circ$ ). Die AG BODEN (1996) hält hier eine differenziertere Klasseneinteilung für erforderlich als bei den übrigen Neigungsklassen, die jeweils  $5^\circ$  Neigung umfassen. Diese differenzierten Neigungsunterschiede werden offenbar durch das DHM nicht ausreichend erfasst und ein großer Flächenanteil wird jeweils benachbarten Neigungsklassen zugeordnet.

Neben der geringen räumlichen Auflösung wird die Qualität des DHM zusätzlich stark durch Schleppfehler, welche die Karte verzerren, beeinträchtigt (FRIEDRICH 1996).

### 4.2 ATKIS- und Geländedaten

Die ATKIS-Daten spiegeln das aktuelle Nutzungsmuster sehr ungenau wider. Der Übereinstimmungsgrad ist im Testgebiet Steinbrücken/Eibelshausen geringer als in Erda. Beide Gebiete sind durch unterschiedliche Formen der Landnutzungsdynamik gekennzeichnet (FUHR-BOSSDORF et al. 1999, WALDHARDT et al. 1999, WALDHARDT accepted): Seit den fünfziger Jahren wurde in Steinbrücken/Eibelshausen die ackerbauliche Nutzung fast vollständig zugunsten des Grün- und Brachlandes bzw. des besiedelten Bereichs aufgegeben. In Erda haben sich im gleichen Zeitraum dagegen die Flächenanteile des Acker-, Grün- und Brachlands sowie das Nutzungsmuster nicht wesentlich verändert. Der ATKIS-Datensatz berücksichtigt die Nutzungsveränderungen in Steinbrücken/Eibelshausen nicht und ist offensichtlich veraltet. Dies erklärt die im Vergleich zu Erda geringere Übereinstimmung zwischen Gelände- und ATKIS-Daten. Waldflächen, die durch eine geringe Nutzungsdynamik gekennzeichnet sind, weisen in beiden Testgebieten jeweils die größte Übereinstimmung auf.

Brachflächen werden in den ATKIS-Daten nicht gesondert ausgewiesen; im Rahmen der Geländekartierung wurden dagegen verbuschte Brachen aufgenommen. Während sich in Erda die Größe der Brach-



flächen nur wenig verändert hat (1945: 8 ha und 1998: 4 ha), nahmen im gleichen Zeitraum die Brachflächen in Steinbrücken/Eibelshausen erheblich von 11 ha auf 36 ha zu. Diese Nutzungsdynamik wird in den ATKIS-Daten nicht berücksichtigt, so dass ein großer Teil der aktuellen Brachflächen dort noch als Acker bzw. Grünland dargestellt ist. Neben den Übereinstimmungen zwischen Brache (Geländekartierung) und Wald (ATKIS) besteht in Erda zusätzlich eine relativ große Übereinstimmung mit Gehölz (ATKIS). Offenbar werden alte, mindestens schon seit den 60iger Jahren bestehende Brachflächen in den ATKIS-Daten Wald bzw. Gehölz zugeordnet.

Insgesamt ist die Qualität der ATKIS-Nutzungsdaten umso geringer, je größer die Nutzungsdynamik ist. Die Aktualisierung der ATKIS-Daten im 5-jährigen Turnus (ADV 2002) erfolgt offensichtlich nicht im Hinblick auf die Nutzungsattribute. Hinzu kommt das insgesamt gröbere Nutzungsmuster der ATKIS-Daten. Nach den Erfassungskriterien der ADV (2002) werden ATKIS-Objekte der Objektgruppe Vegetationsflächen (z. B. Acker, Grünland) erst ab 1 ha Mindestgröße erfasst, kleinere Objekte werden jeweils angrenzenden Flächen zugeschlagen. Gehölze und Wald werden dagegen bereits ab einer Mindestgröße von 0,1 ha erfasst. Die Lagegenauigkeit für Grenzlinien im Freiland wird mit  $\pm 10$  m angegeben. Diese Vorgaben werden dem kleinparzelligen Nutzungsmuster im Untersuchungsraum nicht gerecht.

### 4.3 Schlussfolgerungen

Zur Analyse und Modellierung der Landschaftsfunktionen des Lahn-Dill-Berglandes auf lokaler Maßstabebene sind die zur Verfügung stehenden DHM- und ATKIS-Daten nur zum Teil geeignet. Sowohl die aus dem DHM abgeleiteten Reliefdaten als auch die ATKIS-Nutzungsdaten weichen teilweise erheblich von den großmaßstäbig im Gelände ermittelten Daten (Maßstab 1 : 5.000) ab. Die vorgenommene Qualitätsanalyse ermöglicht jedoch die Identifizierung solcher digitaler Datenmengen, die sich im Untersu-

chungsraum eignen, Landschaftsfunktionen realistisch zu analysieren und die Unterscheidung von Datenmengen, die nicht ohne weitere Optimierung in die Analysen implementiert werden können. Dadurch wird ein konstruktiver Umgang mit den digitalen Daten ermöglicht (SBRESNY 1997). Nach Untersuchungen von SZIBALSKI et al. (1999) lässt sich die Qualität des zur Verfügung stehenden DHM 40 durch low-pass Filter verbessern. Auch für das geplante, in Hessen jedoch noch nicht flächendeckend zur Verfügung stehende DHM 25 ist von einer größeren Höhengenaugigkeit auszugehen (ADV 2002). Auf der Grundlage der veralteten ATKIS-Nutzungsdaten, welche die Nutzungsdynamik der vergangenen Jahrzehnte nicht berücksichtigen, lassen sich jedoch raum-zeitliche Analysen der Nutzungsstrukturen nicht durchführen und die aktuelle Nutzungsverteilung nicht identifizieren.

Insgesamt wären digitale Datensätze mit höherer räumlicher Auflösung und aktuellem Informationsgehalt für eine effiziente flächenbezogene Analyse von Landschaftsfunktionen wünschenswert. Bei gegebener Qualität der digitalen Datensätze bleiben zunächst Geländekartierungen und großmaßstäbige Luftbildauswertungen, wie sie von unserer Arbeitsgruppe im Rahmen der Biodiversitätsforschung durchgeführt werden (FUHR-BOSSDORF et al. 1999, WALDHARDT & OTTE accepted), unverzichtbar.

## 5 Danksagung

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 299 ‚Landnutzungskonzepte für periphere Regionen‘ gewährte finanzielle Unterstützung sowie der Justus-Liebig-Universität Gießen für die Förderung der Arbeit im Rahmen eines Stipendiums.

## 6 Literatur

ADV, 1988: Amtliches topographisch-kartographisches Informationssystem (ATKIS). – 28 S., Landesvermessungsamt NRW, Bonn.

- ADV, 2002: ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK). [http://www.atkis.de].
- AG BODEN, 1996: Bodenkundliche Kartieranleitung. – 4. Aufl., 392 S., Schweizerbart, Stuttgart.
- BUREL, F., BAUDRY, J., BUTET, A., CLERGEAU, P., DELETTRE, Y., LE CŒUR, D., DUBS, F., MORVAN, N., PAILLAT, G., PETIT, S., THENAIL, C., BRUNEL, E. & LEFEUVRE, J.C., 1998: Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. – *Acta Oecologica*, **19** (1): 47–60.
- BURROUGH, P.A. & McDONNELL, R.A., 1998: Principles of geographical information systems. – 333 S., Oxford University Press, New York.
- EWALD, J., 1997: Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen – Soziologie, Standortbindung und Verbreitung. – *Dissertationes Botanicae*, 290: 234 S.
- FREDE, H.-G. & BACH, M., 1999: Perspektiven für periphere Regionen. – *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, **40** (5/6): 193–196.
- FRIEDRICH, K., 1995: Digitale Reliefgliederungsverfahren zur Ableitung bodenkundlich relevanter Flächeneinheiten. – 213 S., Diss. Univ. Frankfurt (Main).
- FUHR-BOSSDORF, K., WALDHARDT, R. & OTTE, A., 1999: Auswirkungen der Landnutzungsdynamik auf das Potential von Pflanzengemeinschaften und Pflanzenarten einer peripheren Kulturlandschaft. – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **29**: 519–530.
- GROSSI, J.L., CHENAVIER, L., DELCROPS, P. & BRUN, J.J., 1995: Effects of landscape structure on vegetation and some animal groups after agriculture abandonment. – *Landscape and Urban Planning*, **31** (1–3): 291–301.
- HAKE, G. & GRÜNREICH, D., 1994: *Karthographie*. – 7. Aufl., 599 S., de Gruyter, Berlin, New York.
- HENKEL, G., 1995: Der ländliche Raum. Gegenwart und Wandlungsprozesse seit dem 19. Jahrhundert in Deutschland. – 2. Aufl., 310 S., Teubner, Stuttgart.
- IHL, T. & GLÄSSER, C., 2001: Operationalisierung von Fernerkundungsdaten für die Umweltverwaltung im Land Sachsen-Anhalt anhand ausgewählter Beispiele aus der Bergbaufolgelandschaft. – *Schriftenreihe mit den Tagungsbänden der Wissenschaftlich-Technischen Jahrestagungen der DGPF*, **10**: 341–351.
- KOHL, M., 1978: Die Dynamik der Kulturlandschaft im oberen Lahn-Dillkreis. Wandlungen von Haubergswirtschaft und Ackerbau zu neuen Formen der Landnutzung in der modernen Regionalentwicklung. – *Giessener Geographische Schriften*, **45**: 181 S.
- LAUSCH, A. & MENZ, G., 1999: Bedeutung der Integration linearer Elemente in Fernerkundungsdaten zur Berechnung von Landschaftsstrukturmaßen. – *Photogrammetrie – Fernerkundung – Geoinformation (PFG)*, **1999** (3): 185–194.
- SCHULZE VON HANXLEDEN, P., 1972: Extensivierungserscheinungen in der Agrarlandschaft des Dillgebietes. – *Marburger Geographische Schriften*, **54**: 326 S.
- SBRESNY, J., 1997: Fehlerquellen in Raumbezogenen Informationssystemen. – *Geologisches Jahrbuch*, **33**: 132 S.
- SZIBALSKI, M., BEHRENS, T. & FELIX-HENNINGSEN, P., 1999: Regionalisierung bodenkundlicher Kennwerte peripherer Regionen am Beispiel des pH-Wertes. – *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, **40** (5/6): 228–233.
- WALDHARDT, R., FUHR-BOSSDORF, K., OTTE, A., SCHMIDT, J. & SIMMERING, D., 1999: Classification, localization and regional extrapolation of vegetation potentials in a peripheral cultural landscape. – *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, **40** (5/6): 246–252.
- WALDHARDT, R., accepted: Die Bedeutung von Landnutzungsdynamik für die Vielfalt der Ackerwildkrautflora. – *Nova Acta Leopoldina*, **87** (328).
- WALDHARDT, R. & OTTE, A., accepted: Indicators of plant species and community diversity in grasslands. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
- Anschriften der Verfasser  
Dipl.-Ing. ELKE HIETEL, Dr. rer. nat. RAINER WALDHARDT & Prof. Dr. Dr. ANNETTE OTTE, Justus Liebig Universität Gießen, Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung, Heinrich-Buff-Ring 26–32  
D-35392 Gießen  
Tel.: 0641-9937 161  
e-mail: Elke.C.Hietel@agrار.uni-giessen.de  
Rainer.Waldhardt@agrار.uni-giessen.de  
Annette.Otte@agrار.uni-giessen.de
- Manuskript eingereicht: April 2002  
Angenommen: Mai 2002