

# GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

51

1999

4

*Konrad Billwitz\**

## ZUR ERKENNTNISTHEORETISCHEN UND HOCHSCHULDIDAKTISCHEN BEDEUTUNG VON ZWEIDIMENSIONALEN BILDMODELLEN IN DER LANDSCHAFTSÖKOLOGIE

**K. Billwitz: Zur erkenntnistheoretischen und hochschuldidaktischen Bedeutung von zweidimensionalen Bildmodellen in der Landschaftsökologie. Geografický časopis, 51, 1999, 4, 6 figs., 25 refs.**

The twodimensional pictorial models introduced in this study follow the catena-principle. Site-chains ("Standortketten") and landscape-ecological correlative profiles ("landschaftsökologische Kausalprofile") are very useful in the education of students in geography, geo-ecology and landscape ecology for explaining landscape-ecological analyses and illustrating their results. It is of great importance to organize and analyze field results in such a manner that the correlative relation of the individual features to each other and to relief are clearly indicated, that they support the typification following the CGSA (complex geo-ecological site analysis = "Komplexe Geoökologische Standortanalyse"), and that the landscape-ecological types can also be described verbally. Landscape-ecological catenas ("landschaftsökologische Catenen") and landscape-ecological sequences ("landschaftsökologische Sequenzen") are very useful to stimulate landscape-ecological syntheses: first, they explicitly display the correlative relations between landscape features, landscape factors and landscape components; second, they illustrate the systematics of landscape units and mosaic formation (mosaic formation in the geo-chorological dimension). The preparation of this kind

\* Geographisches Institut der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald,  
Friedrich-Ludwig-Jahn-Straße 16, D-17489 Greifswald, Bundesrepublik Deutschland

of pictorial model stimulates the ability of students to think analytically and complexly and should be indispensable in geographical and landscape-ecological student research.

**Key words:** landscape ecology, geoecology, methodology, profile cuts, picture models, site chain, causal profile, catena, sequence, transect

## EINFÜHRUNG

Profilschnitte und Bildmodelle sind von jeher zur Demonstration von Abhängigkeiten und Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Geofaktoren in ihrer räumlichen und raumzeitlichen Differenziertheit eingesetzt worden. Wir erinnern uns dabei insbesondere an die Darstellungen von A. v. Humboldt (1817) über die Vegetationshöhenstufen in der heißen, der gemäßigten und der kalten Zone der Erde. Heute sind derartige Darstellungen - natürlich didaktisch stark vereinfacht - aus den Geographielehrbüchern der Grundschulen ebensowenig wegzudenken wie aus solchen der Hochschulen. In deutschen Geographie-Schullehrbüchern werden mit Hilfe von Bildmodellen Steigungsregen am Beispiel des Harzes verdeutlicht oder raumzeitliche Entwicklungen am Beispiel der geotektonischen Entwicklung des Oberrheintalgrabens oder der Entwicklung einer Bergbau-Folgelandschaft demonstriert. Dabei geht es einmal um die Veranschaulichung axiomatischer geographischer Sachverhalte mit den regelhaften Abwandlungen von Geoökofaktoren als Ausdruck naturgesetzlicher Ordnungsprinzipien in der Geosphäre. Solche Ordnungsprinzipien sind als "Formenwandekategorien" von dem ehemaligen Greifswalder Geographen Lautensach (1952) erstmals explizit formuliert worden. Manchmal unterstreichen solche Abbildungen dagegen den Entwicklungsgedanken im Rahmen von Naturraum- und Landschaftsgenese.

In gleicher Weise geht es auch in Hochschullehrbüchern um die Veranschaulichung von Zusammenhängen, meist aber mit bedeutend tiefgründigerem naturwissenschaftlichem Hintergrund. Bei Strahler & Strahler (1998) wird die Erklärung des hypsometrischen und des Luv-Lee-Formenwandels durch die Einbeziehung des feucht- und des trocken-adiabatischen Temperaturgradienten naturwissenschaftlich stärker untersetzt. Klink (1996) bringt die Höhenstufen der Vegetation in Mitteleuropa mit dem Gesetz der Massenerhebung in Zusammenhang und erklärt damit in Mitteleuropa deren Ansteigen von Norden nach Süden.

## BILDMODELLE ALS ERGEBNIS GROßMABSTABIGER LANDSCHAFTSÖKOLOGISCHER ANALYSE UND ALS KARTIERHILFEN IN DER TOPISCHEN DIMENSION

Aus der landschaftsökologischen Vorerkundung (u.a. Haase 1967, Billwitz 1997) eines überschaubaren und kleineren Gebietes erwachsen detaillierte Vorstellungen darüber, welche Kenntnisse und Erkenntnisse über ein zu untersuchendes Gebiet bereits vorliegen und/oder im Rahmen von Konzeptkarten dokumentiert werden können (Billwitz 1997, 1998). Zugleich werden aus der Vorerkundung aber auch Kenntnislücken sichtbar, die mit einer nachfolgenden Kartierung zu schließen sind. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Vorerkundung, vom regionalen Kenntnisstand und letztlich vom Untersuchungsziel werden deshalb die unterschiedlichsten landschaftsökologischen Untersuchungsstandorte geplant. Das können repräsentative

## Kompartimente

## Erläuterungen

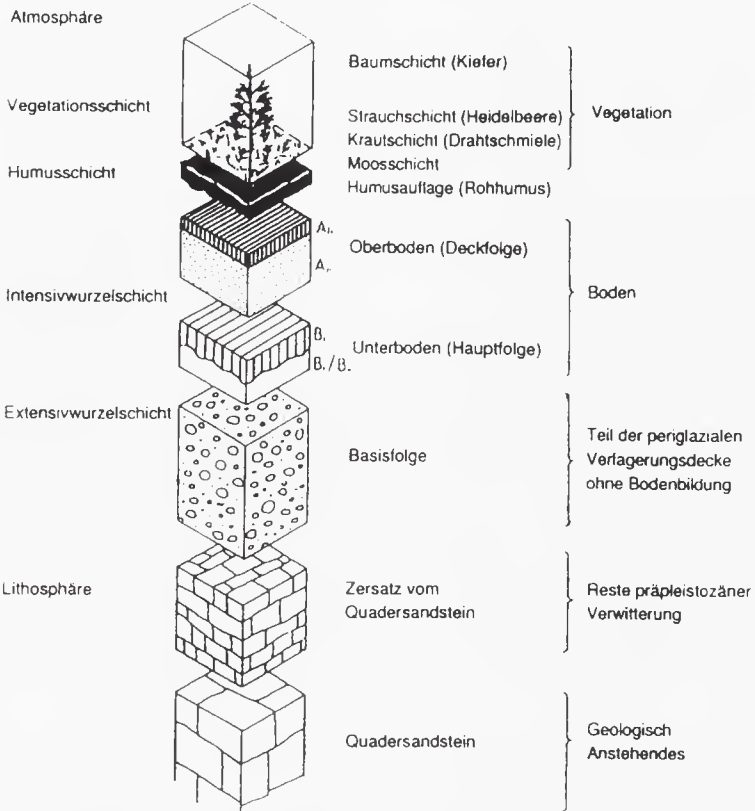


Abb. 1. Die Analyse der Vertikalstruktur der Landschaft im Rahmen der komplexen Standortanalyse (aus: Fiedler 1990).

Einzelstandorte ("Tesserae"), Abfolgen von Standorten, geökologische Maßgärten, Kleinzugsgebiete mit relativer Homogenität von Substrat und Nutzung und Möglichkeiten der Installation eines Pegels u.a. sein (Leser 1997).

An repräsentative Einzelstandorte schließen sich oft weitere Standorte an, die zweckmäßigerweise in Abhängigkeit vom Relief konzipiert werden und damit letztlich dem noch zu besprechenden "Catena-Prinzip" gehorchen. An diesen Standorten wird eine "komplexe Standortanalyse" durchgeführt und dabei die Vertikalstruktur in vorbereiteten Standortaufnahmeformularen "kompartimentweise" erfaßt (Abb. 1).

Im Ergebnis der Erkundung des Standorts erfolgt in Anlehnung an Abbildung 1 symbolhaft eine säulenförmige Darstellung von bodentypologischen Horizonten, von oberflächennahen Substrat- und von geologischen Untergrundschichten, von Kraut-, Strauch- und Baumschichten der Vegetation, von Grundwassertiefen und von anderen Merkmalen entlang eines topographischen Profils. Damit wird der durch die Vorerkundung erworbene erste Überblick über die geökologische Standortvielfalt

im Arbeitsgebiet weiter vertieft. Weil die an einzelnen Punkten durchgeführten komplexen Standortuntersuchungen noch "Standortindividuen" repräsentieren, die wohl die unterschiedliche Ausstattung und die unterschiedliche Wirkungsweise von Prozessen widerspiegeln können, erlauben sie aber noch keine Aussagen über "geoökologische Typen" und über areale Abgrenzungen zwischen ihnen (Abb. 2, oben). Eine derartige Darstellung von Standort-Individuen nennen wir eine *Standortabfolge* oder in Anlehnung an die Bezeichnungen der forstlichen Standorterkundung in Deutschland eine *Standortkette*.

Die Einzelstandorte (Standort-Individuen möglichst vieler Standortketten) eines Gebiets werden nun einer ersten Ordnung unterworfen. Dabei sehen wir, daß sich manche Standorte in bestimmten Merkmalen ähneln oder gar übereinstimmen. Solche in bestimmten Merkmalen übereinstimmenden Standort-Individuen kann man in Gruppen zusammenfassen. Wir können diese Gruppen auch als Typen definieren, wobei die Typisierungsmerkmale anfangs sicher noch willkürlich sein werden. Man kann z.B. reliefdominierte, substratabhängige, bodenfeuchteregime- bzw. geländeklimabestimmte Typen zusammenfassen. Manchmal ist es auch zweckmäßiger, die Naturraumgenese in den Vordergrund zu stellen (Terrassen-, Auen-, Moränenplatten- und Sandertypen usw.). Über die teilweise auch mit mathematischen Methoden erfolgende Typenquantifizierung, Typensicherung und Typenverfeinerung (Neef 1965, Hubrich 1974, 1976, 1985) steht dann ein Katalog von Standorttypen zur Verfügung, die in der Landschaftsökologie der ehemaligen DDR auch als "Geokomplexformen" bezeichnet wurden.

Am Beispiel der Abbildung 2 erfolgt die Typenbildung auf der Grundlage des Bodentypenkonzepts der "Bodenkundlichen Kartieranleitung" der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (4. Aufl.). Hier repräsentieren die Bodentypen in wesentlichem Maße die geoökologisch differenzierten Standorte, weil kaum Relief-, Geländeklima- und Vegetationsunterschiede entlang des etwa 175 m langen Profilschnitts aus der nur schwach reliefierten nordwestsächsischen Altmoränenplatte existieren. Nun geht man daran, die areale Gültigkeit der definierten Typen im Gelände zu überprüfen. Hierzu nutzt man die Zeigereigenschaften der einzelnen Landschaftskomponenten. Am Beispiel der Abbildung 2 kann man hierfür weder Relief-, noch Vegetationseigenschaften verwenden, weil diese nicht oder nur wenig differenziert sind. Die intensive landwirtschaftliche Nutzung hat mit Meliorations- und Chemisierungsmaßnahmen zudem zur weitgehenden Homogenisierung zumindest des Oberbodens geführt. Damit kommt für die geoökologische Kartierung der Zwischenräume zwischen den Einzelstandorten ausschließlich eine bodenkundlich ausgerichtete Bohrstocksondierung infrage, deren Resultate das vorliegende Profil ergänzen. Als Ergebnis der Kartierung liegt nun ein *landschaftsökologisches Kausalprofil* vor (Abb. 2 Mitte; Abb. 3), das eine meist bildhafte Darstellung wesentlicher Merkmale sowohl der Vertikal- als auch der Horizontalstruktur der Landschaft in topographischer Kontinuität zeigt. In der Abbildung 3 wurden die Punkte, an denen eine "komplexe geoökologische Standortanalyse" durchgeführt wurde, im unteren Profiltail in Form eines Dreiecks dargestellt. Da die Fülle der insgesamt darzustellenden Merkmale sehr groß ist, wird meist die Konstruktion von *Doppelprofilen* (Haase 1964) bevorzugt, in dem substratische und bodentypologische Merkmale getrennt wiedergegeben werden. In einem Legendenkasten wird für jedes landschaftliche Merkmal bzw. für jede Komponente der areale Gültigkeitsbereich fixiert, wobei Diskontinuitäten als Grenzen unterschiedlicher Schärfe erkennbar werden. Verfolgt man diese Grenzmar-

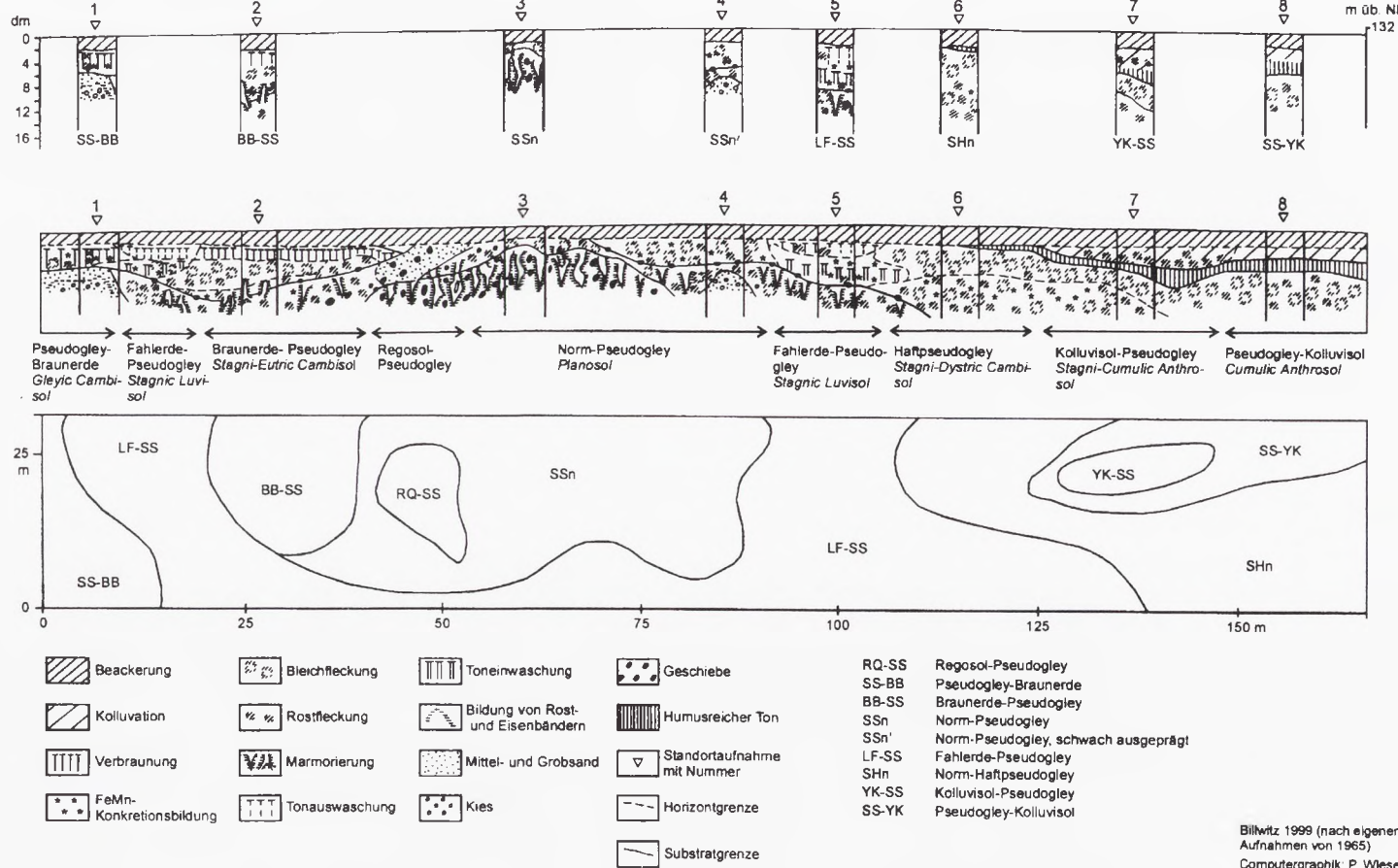
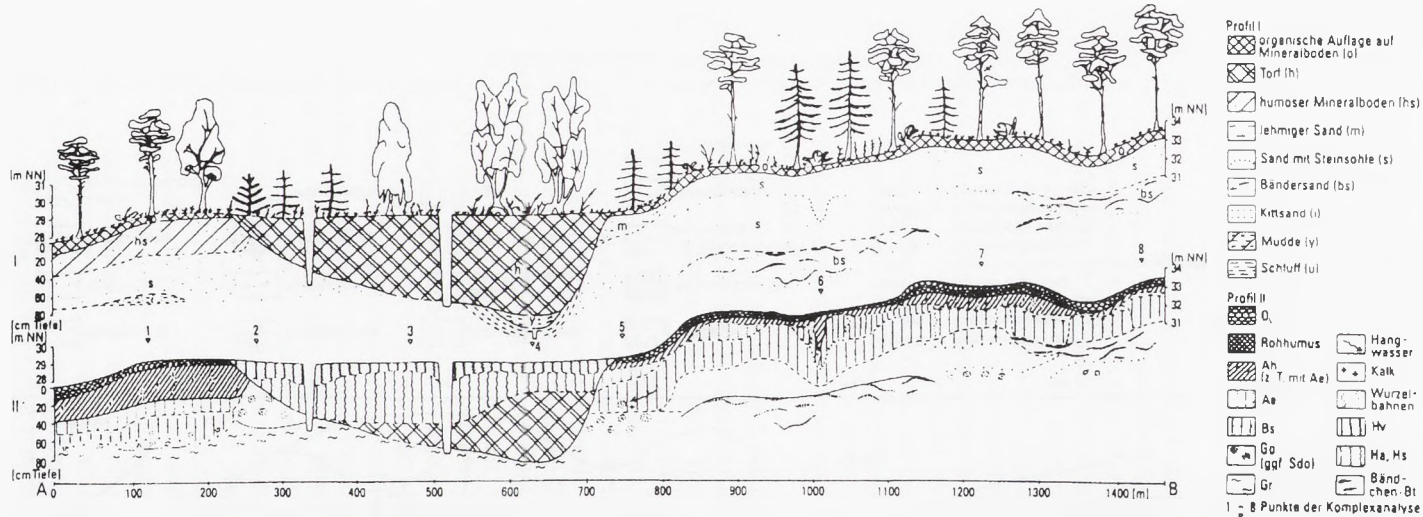


Abb. 2. Der methodische Schritt von der Standortkette (oben) zu einem Kausalprofil (Mitte) und die Kartierung eines Transekts (unten) anhand des Teilkomplexes Boden (Entwurf: Billwitz 1999).





Fischstreck hang (1-3°)		Ebene Niederung		Kohlez- Konlar- Fischhang (3-5°)		Fischwellige Platte	
humose Sande über (Sander) Sanden, z.T. über Kimsanden	Torfl über Becken und Sanderanden	Torfl (in der Tiefe Kalkmudden) und Beckenschluffe		Lehm- und Sande	Sand- und Sande	Sand- und Sande	Sand- und Sande
Podsoligley	Amoor- gley	Erdlen	Riedeln	Podsoligley	Eisenpodsol	Rosterde	Braunpodsol
Sand-Podsoligley	Torfl	sandunter- lagerter Torfl-Erdlen	schluffunterlagerter Torfl-Riedeln	Deckhumus- Podsoligley	Sand-Eisenpodsol	(Bändersandunterlagerter) Sand-Rosterde	Sand-Braunpodsol
Forstbestandsklima (ohne Besonderheiten)	bodenfeuchte, frostgefährdete ebene Niederung	mit Forstbestandsklima		bodenrockene, kaum beschattete ebene Niederung		mit Forstbestandsklima	
Grundwassertiefe gering (4-8 dm)	Zuflußlage mit (künstlich angelegtem) Grabenabzug	GW-Tiefe sehr gering (0-4 dm)		GW-Tiefe mittel (8-13 dm)	Hochlagen mit vorwiegend vertikaler Wasserbewegung ohne oberirdischen Direktabfluß, aber mit Grundwasserabzug		GW-Tiefe groß (13-20 dm)
wasserlauflose Durchflußlage (mit unterirdischem Wasserabzug)	Perioden-Grundwasser-Bodenfeuchte regime	Permanent-Grundwasser-Bodenfeuchte regime	Sumpflieggras-Erlen-Birken-Moorwald	Frauentann-Erlenbruchwald	Perioden-Talhangwasser-BFR	Schichten-Sickerwasser-Bodenfeuchteregime	Perioden-Talgrundwasser-Bodenfeuchteregime
Fließgras-Sauerkiele-Kiefernforst	Fichtenaufforstung	Fichtenaufforstung		Fichtenaufforstung	Sauerkiele-Blaubereichen-Kiefernforst		
I	II	III	IV	V	VI		
Periodisch grundwasserbeeinflusste Sand-Podsoligley aus glazifluvialen Sanderanden auf Platten und Flächhängen mit unterirdischem Wasserabzug und mit Fließgras-Sauerkiele-Kiefernforst	Permanent grundwasserbeeinflusste Erdlene unter-schiedlicher Moormächtigkeit über Becken- und Sanderanden in ebenen Niederungen mit starker Grabenabwasserung und mit Sumpflieggras-Erlen-Birken-Moorwäldern und Fichtenaufforstung	Permanente grundwasserbeeinflusste Torfl-Riedeln über Kalkmudden und Beckenschluffen in ebenen Niederungen mit niedrigem Wasserabzug und mit Frauentann-Erlenbruchwäldern	Periodisch hangwasserbeeinflusste Decklehmsand-Podsoligley an Flächhängen mit hypodermischem Abfluß und mit Fichtenaufforstung	Trockene, artenwasserabhängige Sand-Podsole und-Rosterden aus z.T. periglazial entlehnten Sanderanden (in der Tiefe z.T. Bändersand) auf flachwelligem Platten ohne oberirdischen Direktabfluß mit Sauerkiele-Blaubereichen-Kiefernforst	Trockene, periodisch im Untergrund grundwasserbeeinflusste Sand-Braunpodsole und Sauerbraunwälder aus z.T. periglazial entlehnten Sanderanden (in der Tiefe z.T. Bändersand) auf welligen Platten ohne oberirdischen Direktabfluß mit Sauerkiele-Blaubereichen-Kiefernforst		inhaltsreiche Beschreibung des Geototyps (= Geokomplextyps)

- Relief  
Sedimente  
Bodentypen  
Bodenformen  
Geländeklima  
Grundwassertiefe  
Hydrologische Lagebeziehungen  
Bodenfeuchte  
Vegetation

K. BILLWITZ 1990  
(unter Verwendung von Materialien von PRADT 1988  
aus BILLWITZ u. MEHNERT 1991)

Abb. 3. Das landschaftsökologische Kausalprofil (Billwitz 1991, aus: Billwitz 1997, S. 691).

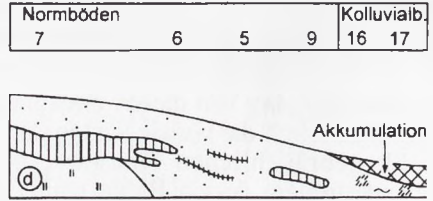
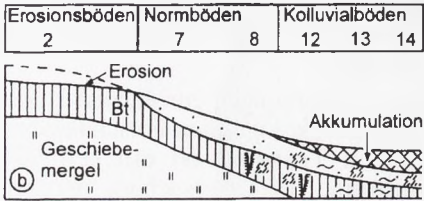
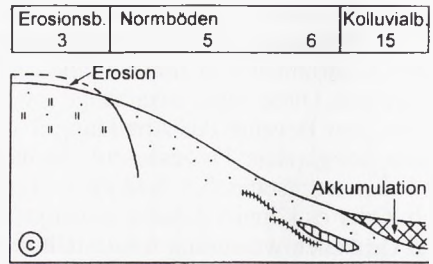
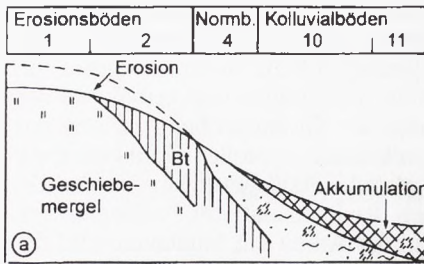
kierungen über alle Kompartimente von oben nach unten hinweg, dann werden bestimmte Häufungen solcher Grenzmarkierungen erkennbar, die auf merkmals-korrektive Zusammenhänge und auf eine deutliche landschaftliche Grenze an dieser Stelle hinweisen. Diese Zusammenhänge gilt es jetzt zu hinterfragen und verbal zu formulieren. Am Beispiel der Abbildung 3 wird dabei der Zusammenhang zwischen den durch periglaziäre Prozesse entschichteten Sandersanden, großer Grundwassertiefe und den unterschiedlich intensiven Entbasungs- und Podsolierungsprozessen deutlich. Oder es können Zusammenhänge zwischen der Intensität von Torfdegradierung und Grabenentwässerung festgestellt werden. In der Arbeit mit Studenten wird dabei deutlich, daß unbedingt diffiziles und kompartimentweise geordnetes Faktenwissen erforderlich ist. Eine solche Arbeit schärft zugleich den Blick sowohl für naturgesetzliche Abhängigkeiten und Zusammenhänge als auch für Folgewirkungen von technischen Einwirkungen des Menschen in der Landschaft.

Der Übergang von diesen zweidimensionalen Darstellungen zur arealen Kartierung wird durch die vorwiegend in der russischen geoökologischen Forschungsmethodik gebräuchlichen *Transekte* möglich. Ein Transekt ist ein schmaler Geländestreifen, dessen Breite vom Genauigkeitsgrad der Untersuchung abhängig ist, in der topischen Dimension aber meist zwischen 100 ... 500 m breit ist und eine unterschiedliche Längserstreckung aufweist. Innerhalb des Transekts befindet sich mindestens ein bereits aufgenommenes Kausalprofil. Oftmals existieren auch bereits mehrere Kausalprofile, so daß günstige Bedingungen für eine Typisierung des landschaftsökologischen Inventars und für eine areale Typenkartierung innerhalb des Transekts bestehen. In der Abbildung 2 (unten) ist ein Transekt bodenkundlich kartiert worden.

#### BILDMODELLE ALS ERGEBNIS LANDSCHAFTSÖKOLOGISCHER SYNTHESE (LANDSCHAFTSÖKOLOGISCHE CATENA UND SEQUENZ)

Wenn ein Gebiet landschaftsökologisch gut untersucht ist, d.h. entweder sehr viele landschaftsökologische Kausalprofile vorliegen oder gar flächenhafte Kartierungen existieren, können jetzt auch allgemeinere Gesetzmäßigkeiten der räumlichen Verteilung von Typen im größeren räumlichen Zusammenhang bzw. bestimmte kausale Abhängigkeiten zwischen einzelnen landschaftlichen Merkmalen deutlich herausgearbeitet werden. Solche Erkenntnisse müssen im Rahmen der landschaftsökologischen Synthese didaktisch auch zwingend veranschaulicht werden können. Auch das geschieht häufig mit Hilfe bestimmter Bildmodelle.

Milne (1936) und Vageler (1940, 1956) haben beispielsweise ihre verallgemeinerbaren Ergebnisse zur reliefabhängigen und räumlich-regelhaften Ausprägung bestimmter Merkmale afrikanischer Böden als *Bodencatenen* (Sing. Catena, lat. "Kette") bezeichnet. Eine Bodencatena ist demnach ein auf der Grundlage vieler Einzelprofile oder Bodenschnitte abgeleitetes Modell einer regelhaften reliefabhängigen Abfolge von Böden. Derartige Bodencatenen für das Jungmoränengebiet Mecklenburg-Vorpommerns werden nachfolgend (Abb. 4) für Steil- und Flachreliefs einerseits und für Geschiebemergel- und für Sandsubstrate andererseits dargestellt. Die genannte Bodencatena spiegelt die allgemeinsten Gesetzmäßigkeiten der Struktur der Bodendecke unseres Jungmoränengebiets mit den "Normbodenbildungen" wider, die durch reliefabhängige Erosion, Kolluvation und durch Zuschußwässer überpägt sind.



Steilrelief oben (a+c); Flachrelief unten (b+d);  
 Geschiebemergel mit Sanddecke links (a+b);  
 Sand, nur z. T. Geschiebemergel rechts (c+d)

#### Erosionsböden

- 1 Lehm-Pararendzina
- 2 Lehm-Parabraunerde
- 3 Sand-Pararendzina

#### Normböden

- 4 Tieflehm-Parabraunerde
- 5 Sand-Braunerde
- 6 Bändersand-Braunerde
- 7 Tieflehm-Fahlerde
- 8 Tieflehm-Braunpseudogley
- 9 Sand-Braunerde, lehmunterlagert

#### Kolluvialböden

- 10 Sandlehm-Braungley, kolluvial überdeckt
- 11 Kolluvialsandlehm-Gley
- 12 Kolluviallehmsand-Pseudogley, lehmunterlagert
- 13 Kolluviallehmsand-Pseudogley-Gley, lehmunterlagert
- 14 Kolluvialsand-Gley
- 15 Kolluvialsand-Braunerde
- 16 Sand-Braunerde, kolluvial überdeckt
- 17 Lehmsand-Braungley, kolluvial überdeckt

Bodenformenbezeichnung nach TGL

Abb. 4. Die Bodencatena des nordostdeutschen Jungmoränengebiets (nach: Schmidt 1986; Schmidt/Strohbach/Kahl 1986, verändert).

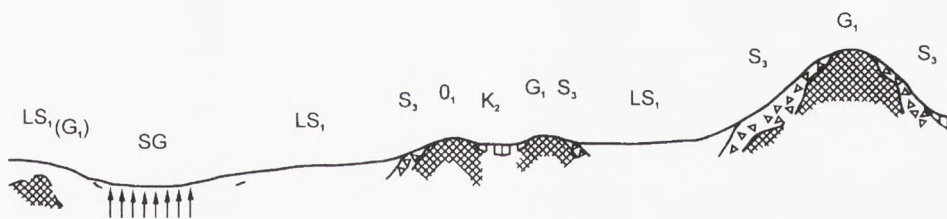
Seither ist das *Catena-Prinzip* zum Hauptbestandteil der Forschungsmethodik bei bodenkundlich-geökologischen Erkundungen geworden. Das Catena-Prinzip macht den standörtlich-geökologischen Einfluß, vor allem den Einfluß des Reliefs mit seiner Regelwirkung auf die Ausprägung anderer natürlicher Elemente, Komponenten und Faktoren deutlich. Allen Überlegungen zur Anlage von Standortketten und Kausalprofilen und zur Areakartierung innerhalb von Transekten liegt also a priori das Catena-Prinzip zugrunde. Ich kann mich noch gut an eine von L. Mičian und M. Zátka im Jahre 1972 geleitete studentische Exkursion von der Hohen Tatra durch das Liptauer Becken zur Niederen Tatra, durch das Hron-Tal zum Slowakischen Erzgebirge und ins Slowakische Karstgebiet erinnern, in der das Catena-Prinzip muster-gültig Anwendung fand.

Als *landschaftsökologische Catena* werden seit Haase (1964) und Hubrich (1967) auch typische Abfolgen von Geoökotopen innerhalb bestimmter großflächiger Raumeinheiten ("Geochoren") gekennzeichnet. In manchen Geochoren ist oftmals die



Regelwirkung des Reliefs nicht mehr vordergründiges und alleiniges Kriterium für die naturräumliche Differenzierung. Besonders im Flachland treten noch andere Ordnungsprinzipien für die naturräumliche Differenzierung auf, beispielsweise das unterschiedlich tiefe Grundwasser oder die Ausbildung und Mächtigkeit des Bodensubstrats oder eine Kombination beider. Es liegt deshalb nahe, nach einer zweidimensionalen Darstellungsweise des "räumlichen Gefüges", der "Mosaikbildung", des "Baustils" und der Art der "Verkopplung und Verkettung" der Geoökotope eines Gebiets in Abhängigkeit von den sich wandelnden Gradienten der Geoökofaktoren zu suchen und diese Sachverhalte schematisch zu kennzeichnen. In Anlehnung an die Definition der Bodencatena werden mit Hilfe einer "landschaftsökologischen Catena" das Typische und Regelhafte in der räumlichen Vergesellschaftung von geoökologischen Grundeinheiten in einer Mikro(geo)chore veranschaulicht. Das schließt zugleich die Notwendigkeit ein, unikale und untypische Besonderheiten in der räumlichen Vergesellschaftung zu unterdrücken. Eine landschaftsökologische Catena ist damit ein abstraktes (Bild-)Modell zur Darstellung des "Ordnungsprinzips" der die Mikro(geo)chore aufbauenden Einzelglieder. Sie macht damit auch die landschaftsökologische Differenzierung der Mikro(geo)chore erkennbar. Aus dem lößbedeckten Porphyrkuppelengebiet bei Halle (Saale), einem meiner früheren Arbeitsgebiete, wird nachfolgend eine landschaftsökologische Catena demonstriert, die die Dominanz der fruchtbaren weitflächigen lößbedeckten Platten und Flachhänge mit Schwarzerden zum Ausdruck bringt, die aber auch deutlich macht, daß die Platten einerseits von unterschiedlich markanten Porphyrkuppen mit Schuttbildungen regelhaft durchragt und andererseits auch von feuchten Flachmulden mit entsprechenden Substrat- und Bodenbildungen durchzogen werden (Abb. 5). Der landschaftsökologische Inhalt einer jeden Einheit ist auf der Abbildung nur verkürzt dargestellt worden.

Wenn man den bisher nur für allgemeinste räumliche Aufeinanderfolgen von geo- und biowissenschaftlichen Phänomenen verwendeten Sequenzbegriff (lat. Folge, Aufeinanderfolge, Reihe) in Richtung auf dimensionsspezifische landschaftsökologische Merkmalszusammenhänge verwendet, könnte man als *landschaftsökologische*



#### Kurzbezeichnung einiger Geoökotope

SG Kolluviallöß-Schwarzgleye in Flachmulden

LS, Frische Schwarzerden auf Löß bzw. Sandlöß über periglaziär umgelagerten Substraten

(kaolinisierter Porphyrgus, lehmig-tonige Grundmoräne u.ä.) auf Platten und an Flachhängen

G, Trockene flachgründige Fels- und Schutt-Ranker auf flach- und mittelhängigen Porphyrkuppen

S, Trockene lößbeeinflusste Bergsalm-Braunerden auf Porphyrschutt der Hänge

Abb. 5. Die landschaftsökologische Catena des lößbedeckten Porphyrkuppelengebiets bei Halle (Billwitz 1978, aus: Billwitz 1982).

*Sequenz* ein Bildmodell verstehen, das zur Demonstration von den von Fall zu Fall unterschiedlichen merkmalskorrelativen Abhängigkeiten zwischen zwei landschaftsökologischen Merkmalen dient. Hubrich (1967) stellt beispielsweise solche Zusammenhänge zwischen Grundwassertiefe und Bodenbildung sowie zwischen den Fazies äolischer Decksubstrate und der Lessivierungsintensität heraus. Die auf diese Art und Weise bei der Geländearbeit und im Rahmen der nachfolgenden landschaftsökologischen Synthese erkannten gesetzmäßigen Abhängigkeiten zwischen einzelnen landschaftsökologischen Merkmalen (z.B. zwischen Grundwassertiefe und bodentypologischer Entwicklung, zwischen Klimaausprägung und Bodentypenentwicklung, zwischen Bodenentwicklung und der für die Bodenbildung verfügbaren Zeitdauer, zwischen Hangneigung und Erosionsintensität usw.) können in abstrakter Form mit Hilfe landschaftsökologischer Sequenzen modellhaft dargestellt werden. Das kann beispielsweise in Form von Grundwasser-Boden-Sequenzen, von Klima-Boden-Sequenzen (Abb. 6), von Boden-Chrono-Sequenzen, von Relief-Boden-Sequenzen usw. geschehen. Im Zusammenhang mit den Wortverbindungen mit "Topo-" ("Toposequenzen") und "Choro-" ("Chorosequenz") könnten derartige Zusammenhänge auch dimensionsspezifisch, d.h. für die topische bzw. chorische Dimension untersetzt werden. Während eine Klima-Boden-Sequenz schon aufgrund der räumlichen Dimension der klimaabhängigen Bodenveränderungen präziser eine Klima-Boden-Chorosequenz darstellt, sind die Wandlungen der Böden in Abhängigkeit von der Hanggestalt oder der Grundwassertiefe wohl eher als Toposequenzen darstellbar. Mit dieser Interpretation wäre als inhaltlicher Sonderfall wohl die Bodencatena der Abbildung 4 mit einer Relief-Boden-Toposequenz identisch. Dagegen läßt sich eine Boden-Chrono-Sequenz nicht mit einem Dimensionsbezug (Topo- bzw. Choro-) in Zusammenhang bringen.

Aus der Notwendigkeit heraus, die Fähigkeits- und Fertigkeitenentwicklung von Geographie- und Landschaftsökologie-Studenten zu verbessern und deren Vermögen zu komplexer landschaftsökologischer Analyse und Synthese zu schulen, wird es als erforderlich angesehen, in der studentischen Ausbildung (Geländeübungen, Kartierpraktika) die Arbeit mit den genannten zweidimensionalen Bildmodellen zu intensivieren. Wenn solche Anforderungen und Erwartungshaltungen auch in die Aufgabenstellungen für entsprechende thematische Qualifikationsarbeiten (Diplom-, Magister-, Staatsexamensarbeiten) aufgenommen werden, kann sich ein Student schwerlich der geforderten komplexen Sichtweise entziehen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Alle vorgestellten zweidimensionalen Bildmodelle unterliegen dem Catena-Prinzip. *Standortkette und landschaftsökologisches Kausalprofil* sind in hervorragender Weise geeignet, im Ausbildungsprozeß von Studenten der Geographie, Geoökologie und Landschaftsökologie zur landschaftsökologischen Analyse und zur Veranschaulichung entsprechender Ergebnisse zu dienen. Dabei sind die Geländeprotokolle so anzulegen und auszuwerten, daß die korrelativen Zusammenhänge der Einzelmerkmale untereinander und in besonderem Maße zum Relief deutlich werden, da der im Anschluß an die "komplexe geoökologische Standortanalyse" zu erfolgende Typisierungsvorgang unterstützt und die erkannten Zusammenhänge und ausgegliederten Typen auch verbal beschrieben werden können. *Landschaftsökologische Catena und Sequenz* sind demgegenüber bevorzugt geeignet, die landschaftsökologische Synthese

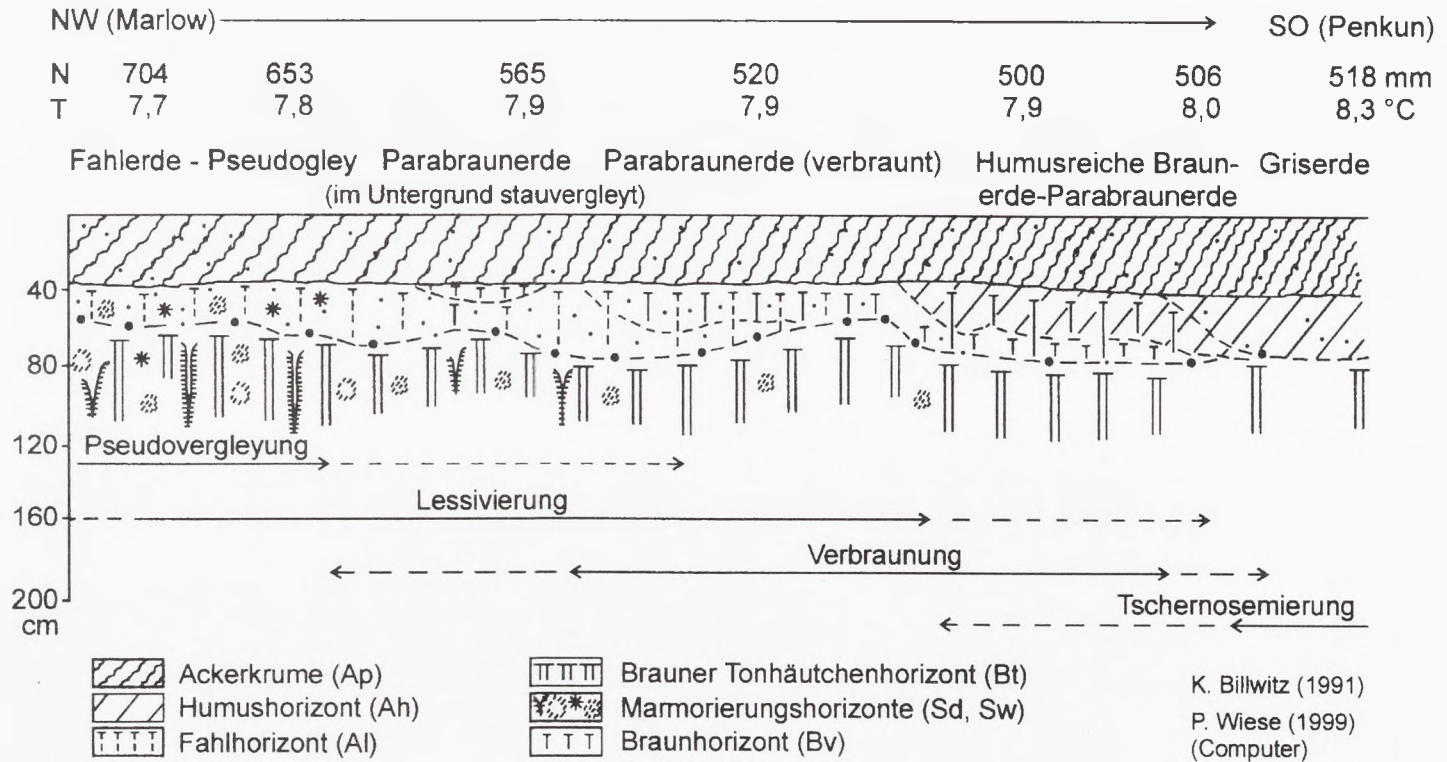


Abb. 6. Klima-Boden-Sequenz der ebenen und übersandeten Grundmoränen Vorpommerns und Ostmecklenburgs (Billwitz 1991, aus: Billwitz 1997c, S. 317).

se zu befördern, indem einmal korrelative Zusammenhänge zwischen landschaftlichen Merkmalen, Faktoren und Komponenten explizit dargestellt und zum anderen Gesetzmäßigkeiten der Vergesellschaftung und Mosaikbildung verdeutlicht werden. Der Entwurf und die Bearbeitung derartiger Bildmodelle unterstützen die Studenten bei ihrem Bemühen, sich sowohl analytische als auch synthetische Denkweisen anzueignen und sollte deshalb unverzichtbarer Bestandteil geographischer und landschaftsökologischer Qualifizierungsarbeiten sein.

## LITERATUR

- BILLWITZ, K. (1982). Landschaftslehre. Vorlesungsgliederung und Studienhilfen. In *Greifswalder physisch-geographische Studienmaterialien*, 1.
- BILLWITZ, K., MEHNERT, A. (1992). Morphoskulptur und landschaftsökologische Differenzierung an Beispielen des Jungmoränengebietes in Vorpommern. *Bonner Geographische Abhandlungen*, 85, 15-30.
- BILLWITZ, K. (1997). Allgemeine Bodengeographie. In Hendl, M. & H. Liedtke (Hrsg.) *Lehrbuch der Allgemeinen Physischen Geographie*. Gotha (Justus Perthes-Verlag), pp. 233-327.
- BILLWITZ, K. (1997a). Differentialanalyse und landschaftliches Kausalprofil - ihre Bedeutung im Ausbildungsprozeß von Geographen und Landschaftsökologen. *Greifswalder physische-geographisch Studienmaterialien*, 5, 29-47.
- BILLWITZ, K. (1997b). Die landschaftsökologische Vorerkundung. *Greifswalder physische-geographische Studienmaterialien*, 5, 49-74.
- BILLWITZ, K. (1998). Zur Entwicklung der Geoökologie in Greifswald. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 142, 35-56.
- HAASE, G. (1964). Landschaftsökologische Detailuntersuchung und naturräumliche Gliederung. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 108, 8-30.
- HAASE, G. (1967). Zur Methodik großmaßstäbiger landschaftsökologischer und naturräumlicher Erkundung. In *Wissenschaften Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft DDR*, 5, Leipzig, pp. 35-128.
- HUBRICH, H. (1967). Die landschaftsökologische Catena in reliefarmen Gebieten dargestellt an Beispielen aus dem nordwestsächsischen Flachland. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 111, 13-18.
- HUBRICH, H. (1974). Zur Typenbildung in der topischen Dimension. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 118, 167-172.
- HUBRICH, H. (1976). Zur Typisierung in der geographischen Landschaftsforschung. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 120, 136-140.
- HUBRICH, H. (1985). Bildung und Kennzeichnung von Geokomplexformen nach ihrer Vertikalstruktur. *Beiträge zur Geographie*, 32, 157-212.
- KLINK, H. J. (1996). *Vegetationsgeographie*. Braunschweig (Westermann).
- LAUTENSACH, H. (1952). Der geographische Formenwandel. Studien zur Landschaftssystematik. *Colloquium Geographicum*, 3.
- LESER, H. (1997). *Landschaftsökologie. Ansatz, Modelle, Methodik, Anwendung*. (Eugen Ulmer-Verlag) Stuttgart.
- MARKOW, A. A. u.a. (1971). *Einführung in die allgemeine physische Geographie*. Gotha (Hermann Hack).
- MILNE, G. (1936). *A provisional Soil Map of East Africa*. Amani.
- NEEF, E. (1965). Elementaranalyse und Komplexanalyse in der Geographie. *Mitteilungen der Österreichischen geographischen Gesellschaft*, 107, 177-189.



- NEEF, E. (1967). *Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre*. Gotha (Hermann Hack).
- SCHMIDT, R. u.a. (1986). Catena-Typen der Bodengesellschaften der D-Standorte. In *FZB-Report 1986*. Müncheberg (Wiss. Jahresbericht des FZB), pp. 95-109.
- SCHMIDT, R., STROHBACH, B., KAHL, U. (1986). Zur Untersuchung der Struktur der Bodendecke für Aufgaben der Bodenprozeßforschung. *Archiv Acker- u. Pflanzenbau, Bodenkunde*, 30, 219-226.
- SCHMIDT, R. (1991). Genese und anthropogene Entwicklung der Bodendecke am Beispiel einer typischen Bodencatena des Norddeutschen Tieflandes. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 135, 29-37.
- STRAHLER, A., STRAHLER, A. (1996). *Physical Geography*. New York (Wiley).
- VAGELER, P. (1940). Die Böden Afrikas vom Standpunkt der Catena-Methode. *Mitteilungen der Gruppe Deutscher kolonialwirtschaftlicher Unternehmungen*, 2.
- VAGELER, P. (1954). Zur Bodengeographie Algiers. Faktoren der Bodenbildung und -verteilung. Die Catena als bodengeographische Einheit. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 258.

Konrad Billwitz

## K TEÓRII POZNÁVANIA A DIDAKTICKÉMU VÝZNAMU DVOJROZMERNÝCH OBRAZOVÝCH MODELOV V KRAJINNEJ EKOLÓGII PRE VYSOKOŠKOLSKÉ VZDELÁVANIE

Prierezové profily a dvojrozmerné obrazové modely zohrávajú v geovedách oddávna veľkú úlohu. Pretože majú navyše mimoriadny didaktický význam, nachádzame ich vo všetkých učebniciach, počnúc základnými školami a končiac vysokými. Predstavujú tu nepostrádateľný nástroj na demonštráciu závislostí a vzájomných vzťahov medzi jednotlivými geofaktormi v ich priestorovej a priestorovočasovej diferenciacii. Toto zistenie platí obzvlášť pre fyzickú geografiu a krajinnú ekológiu, resp. geoekológiu, pri ktorých sa závislosti takéhoto druhu prejavujú predovšetkým aj v spojitosti s reliéfom, jeho pravidelnosťami. Keďže takéto závislosti môžu byť často prezentované iba v podobe najhrubších abstrakcií, ktoré však možno obrazovo podložiť, sú tu často označované ako dvojrozmerné "obrazové modely".

Aj keď už v čiastkových fyzikogeografiackých disciplínach (geomorfológia, klimageografia, hydrogeografia, pedogeografia, biogeografia) nie sú príslušné zložky fyzikogeografických regiónov a krajín prezentované bez vzťahov, je to až krajinná ekológia, ako najobsažnejšia "krajinnoveda", ktorá v osobitnej miere študuje ich vzájomné vzťahy a zároveň vzájomné vzťahy medzi nimi a využitím zeme. Tým sa špecifické integratívno-celostné prístupy dostávajú do popredia a môžu byť osobitne zvýraznené vedomým použitím takýchto obrazových modelov. Rozhodujúci je pritom prirodzene cieleňý poznávací zisk pre žiakov a študentov. Napriek náročným čiastkovým poznatkom z určitých odborov alebo čiastkových geografických disciplín je pri nich registrovateľné často ešte zrejme "komponentne viazané zásuvkové myslenie" s neprehľadnými deficitmi pri komplexných a kauzálnych krajinných prístupoch. Vo výuke či vzdelávaní sa tu môže poskytnúť istá výpomoc prostredníctvom odpovedajúcich cvičení. Vo vedeckom výskume sú pri prenikaní do takýchto komplexných skutočností pokroky dosiahnuteľné prostredníctvom matematických a GIS-ových metód.

Z metodologického hľadiska možno rôzne druhy dvojrozmerných krajinnookologických obrazových modelov rozčleniť nasledovne: stanovištný reťazec, kauzálny profil, sekvencia a katéna. Kým prvé dve nachádzajú svoje miesto pri veľkomierkovom krajinnookologickom prieskume (topická dimenzia), sú sekvencia a katéna pre ich vysoký stupeň zovšeobecnenia použiteľné aj pri

iných dimenziách: stanovištné reťazce (stanovištné rady) demonštrujú premenlivosť krajino-ekologických podmienok od jedného stanovišťa k druhému, čím umožňujú nadobudnúť prvotné poznatky o krajinoekologickej mnohotvárnosti v konkrétnom pracovnom území. Výpovede o areálových ohraničeniach však nemožno získať len na základe stanovištných reťazcov. Kauzálne profily prezentujú všetky podstatné krajinné elementy, resp. komponenty v topografickej kontinuite. Tým dovoľujú nahliadnuť do krajinoekologického inventára, umožňujú kauzálne prístupy, tvorbu typov, ich označenie a zároveň robia zrejmyými krajinné hranice rôznej ostrosti. Pomocou sekvencií sa dajú demonštrovať korelácie a závislosti medzi vybranými krajinnými znakmi. Katény vyjadrujú pravidelnosť v priestorovom zoskupení odvodených typov.

V článku sú prezentované a vysvetlené jednotlivé typy obrazových modelov a zároveň je ohodnotený ich didaktický význam vo vysokoškolskej výuke.

- Obr. 1. Analýza vertikálnej štruktúry krajiny v rámci komplexnej stanovištnej analýzy (prameň: Fiedler 1990).
- Obr. 2. Metodický krok od stanovištného reťazca (hore) ku kauzálnemu profilu (uprostred) a mapovanie transektu (dole) na základe čiastkového komplexu "pôda" (autor obrázku Billwitz 1999).
- Obr. 3. Krajinoekologický kauzálny profil (Billwitz 1991, prameň: Billwitz 1997, p. 691).
- Obr. 4. Pôdna katéna severonemeckej mladomorénovej oblasti (podľa Schmidta 1986, prameň: Schmidt, Strohbach, Kahl 1986, pozmenené).
- Obr. 5. Krajinoekologická katéna sprašou pokrytej porýrovokupovej oblasti pri Halle (Billwitz 1978, prameň: Billwitz 1982).
- Obr. 6. Klimaticko-pôdna sekvencia rovinatej piesčitej spodnej morény Predpomoranska a východného Meklenburska (Billwitz 1991, prameň: Billwitz 1997c, p. 317).

Preložil Ján P a u l o v