1. Einsatz der EDV zur Unterstützung von Fachaufgaben

Bereits 1974 im Zuge der Verabschiedung des neuen Naturschutzgesetzes (1) wurde die Notwendigkeit zur Verbesserung der vorhandenen Informationsbasis erkannt und in der Begründung zum Gesetzesentwurf (2) auch folgendermaßen formuliert:

'Dem Anliegen einer möglichst raschen und planungsgerechten Verfügbarkeit landschaftsökologischer Daten soll durch eine zentrale Zusammenfassung der für die Landschaftsplanung relevanten ökologischen Grundlagenbereiche, wie Bodenkunde, Klimatologie, Vegetationskunde usw. mit ihren ökologischen Daten zu einer ökologischen Datenbank entsprochen werden.'

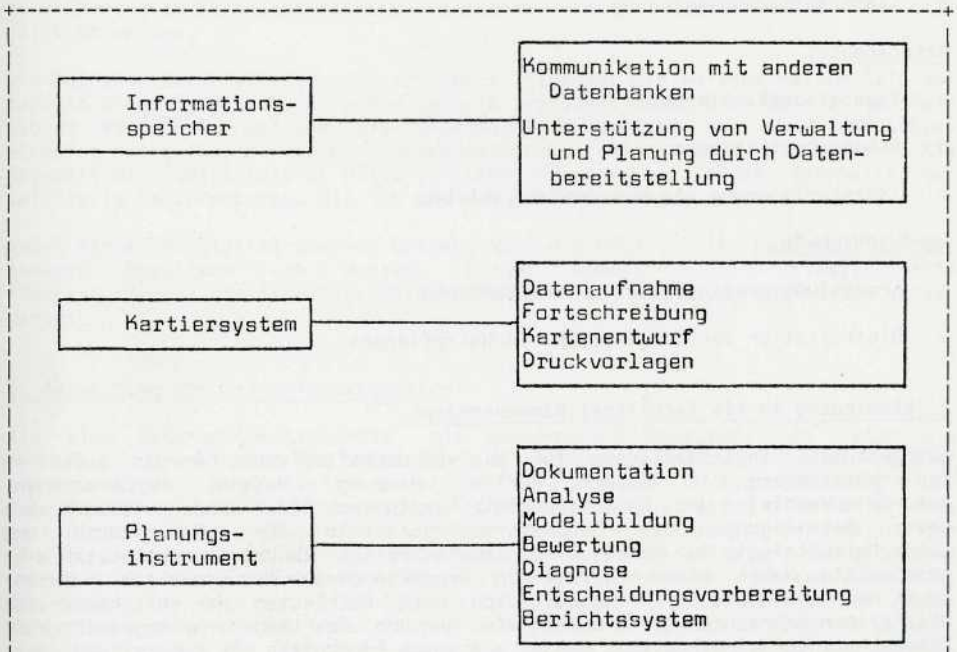

Tabelle 1: Mögliche Einsatzschwerpunkte einer Landschaftsdatenbank

Aufgrund der inzwischen gesammelten Erfahrungen bei der Informationsverarbeitung können diese Forderungen weiter präzisiert werden. Ein im folgenden unter dem Arbeitstitel 'Landschaftsdatenbank' (LDB) beschriebenes Werkzeug muß die zusätzlichen, in Tabelle 1 dargestellten Funktionen vermitteln. Je nach gewähltem Schwerpunkt ergibt sich daraus sowohl für die technischen Aspekte (Geräteauswahl, Datenspeicherung) als auch für die Organisation (Schnittstellen, Zugriffsmöglichkeiten, Nutzerkreis) und nicht zuletzt für die personelle Ausstattung (Forschungs-, Planungs- oder Anwendungsschwerpunkt) eine

veränderte Konzeption. So muß z.B. eine mit den Aufgaben einer 'ökologischen Feuerwehr' bedachte LDB, die kurzfristig zu konkreten Fachplanungen fundierte Aussagen liefern soll, im methodisch-fachlichen Teil (Methodenbank) stärker ausgerüstet sein (Schwerpunkt 3 in Tabelle 1 auf Seite 297) als etwa ein System mit dem vorrangigen oder alleinigen Zweck, dokumentationsreife Karten zur Informationsgewinnung zu liefern (z.B. Umweltqualitätsberichte, Aufbereitung der Flurbilanz; Schwerpunkt 2).

Bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg wurde inzwischen das für eine effiziente Verarbeitung der raumbezogenen Information unbedingt notwendige Kartiersystem und einzelne Bausteine für eine (fachbezogene) Methodenbank entwickelt.
Damit werden folgende Fachbereiche unterstützt:

Planung:

- o Umweltverträglichkeitsprüfungen für Straßen, Kraftwerksstandorte und Speicherbecken
- o Landschaftsrahmenplanung

Naturschutz:

- o Vegetationskartierungen
- o Artenschutzkataster
- o Inventarisierung von Naturschutzgebieten

Landwirtschaft:

- o Ermittlung erosionsgefährdeter Standorte
- o Bioindikation von Schadstoffen in Nutzpflanzen

2. Einbindung in ein fachliches Rahmenkonzept

EDV-gestützte Instrumentarien für die Landschaftsplanung werden außer in Baden-Württemberg in Bayern, Berlin, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz konzipiert. Diese Länder stimmen sich unter Beteiligung der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie im Rahmen eines Arbeitskreises ab und unterstützten sich gegenseitig. Neben einem - gerade für Projekte dieser Art wichtigen - intensiven Meinungs- und Erfahrungsaustausch unter Fachleuten der verschiedensten Disziplinen erbrachte der Arbeitskreis, der von der Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz (LANa) eingesetzt wurde, als erste Ergebnisse die Aufstellung eines gemeinsamen Landschaftsdatenkataloges sowie die Koordinierung der Programmentwicklung. Die bundesweite Kooperation wurde unabdingbar, weil Erfahrungen mit ökologischen Datenbanken bisher kaum vorlagen und die auf dem Markt angebotenen, kompletten Informationssysteme sich als wenig flexibel erwiesen bzw. im ökologisch-methodischen Teil den Anforderungen der Landschaftsplanung nicht genügten.
Inzwischen wird bereits bei mehreren Institutionen mit denselben Programmbausteinen, z.T. auch mit identischen Gesamtsystemen gearbeitet.

3. Das eingesetzte EDV-Instrumentarium

Eine Liste der eingesetzten Programme, die bei Projekten der LDB genutzt werden, ist in Tabelle 2 auf Seite 300 wiedergegeben. Alle Programme werden durch ein übergeordnetes Benutzersystem im Dialog aufgerufen und mit den gewünschten Daten versorgt. Damit werden Fehlbedienungen weitgehend abgefangen, die Einarbeitungszeit für nicht EDV-Kundige liegt bei wenigen Tagen.

Das Programmsystem wurde auf einem Rechner PRIME 250 mit 1 MB Hauptspeicher sowie Digitizer, graphischem Bildschirm und Plotter installiert. Im Timesharing-Betrieb wird das System durch die Graphikanwendung mit ca. 15% belastet, mehrere Nutzer können parallel Daten aufnehmen bzw. korrigieren oder plotten.

Durch die interaktive Kartenbearbeitung am graphischen Arbeitsplatz (CAD) ergeben sich gegenüber den bisher eingesetzten Verfahren eine wesentliche Zeitersparnis und bessere Voraussetzungen für eine Fehlererkennung während der Datenaufnahme. Beispielsweise wird eine Linie oder Fläche durch Antippen mit dem Fadenkreuz identifiziert und kann dann unter Zuhilfenahme einer beliebigen Vergrößerung am Zeichenbildschirm verändert, versetzt und teilweise oder ganz gelöscht werden.

Die Aufnahme der Flächengrenzen erfordert insgesamt die weitaus meiste Zeit innerhalb eines Projektes. Es wurde deshalb versucht, auch hier über ein komfortables Verfahren, bei dem die Grenzverläufe beliebig und ohne abzusetzen einmalig nachgefahren werden (Segmentmethode), weitere Zeit einzusparen. Als Ergebnis der umfangreichen Plausibilitätsprüfungen erhält der Bearbeiter detaillierte Fehlerreports, die ihn bei der Fehlerkorrektur unterstützen.

Außer manueller Digitalisierung besteht noch die Möglichkeit, Datenquellen aus anderen Bereichen zu nutzen. Bisher wurden u.a. klassifizierte Flächennutzungen von Satellitenbildern (LANDSAT C) und Topographiedaten ausgewertet.

4. Auswertung von Fernerkundungsdaten

Als eine Datenerhebungsmethode mit zunehmender Bedeutung hat sich die Fernerkundung erwiesen. Die verlockend erscheinenden und dennoch konkurrenzlos preisgünstigen Möglichkeiten einer kurzfristigen Fortschreibung und Aktualisierung von Flächenkatastern (Siedlungszuwachs etc.) sind allerdings noch nicht völlig problemlos anwendbar; durch intensivierten Informationsabgleich zwischen Grunddaten-(Boden)erhebungen und Klassifizierungsergebnissen lassen sich aber Fehlinterpretationen zunehmend vermeiden. Neuere Verfahren, die neben der Signatur (Farbe) auch die Textur (Formerkennung) zur automatischen Interpretation heranziehen, verbessern die Aussagegenauigkeit weiter. Über das Institut für Photogrammetrie der Universität Karlsruhe konnten bereits aufbereitete Flächennutzungsdaten aus Testgebieten in die Datenbasis der LDB übernommen werden (3).
Abbildung 3 auf Seite 301 zeigt eine klassifizierte und entzerrte Szene der Realnutzung südlich von Karlsruhe. Es wurden 10 Klassen dargestellt; als durchgängiges dunkles Band ist der Rhein zu erkennen.
Mit den jeweils 50x50 m großen Rastereinheiten kann sehr schnell ein erster Überblick über einen Untersuchungsraum erstellt werden, insbesondere falls keine aktuellen Karten der Flächennutzung vorhanden sind. Die Genauigkeitsaussage erscheint für den Bereich der Landschaftsrahmenplanung und z.B. für Übersichten zur Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Nutzflächen als ausreichend (Maßstab etwa 1:200000).

Bereich	Modul-name	A u f g a b e
EINGABE PRÜFUNG und VERBES-SERUNG	CAD	Punkt, Linien oder Flächendigitalisierung über grafischen Bildschirm und Digitizer; interaktive Verbesserung
	NETZ	Plausibilitätsprüfung, Beseitigung von Doppellinien und Toleranzfehlern; Aufteilen von durchgehenden Linien in Segmente
	SEGMA	Eingabe von Rasterdaten in die Flächendaten-bank; Schnittstelle für Satellitenbilddaten und automatische Digitalisierung durch Scanner.
TRANS-FORMATION	GEO/ TRANS	Entzerrung, Beseitigung von Blattverzug; Projektion von GAUSS-KRÜGER in geografische Koordinaten und umgekehrt; automatische Eckenberechnung von Standardkarten (Grundkarten, Meßtischblätter)
	RING	Bildung von Flächen aus Grenzsegmenten; Aufbau der Flächendatenbank
	KLASSE	Aggregation von Einzelflächen in Merkmalsklassen; Beseitigung ursprünglicher Grenzverläufe.
	ZONE	Erzeugung von Abstandsflächen um Linien und Flächen mit wählbarem Zonenradius
	MOSAIK	flächenscharfe Verschneidung von 2 Karten aus der Flächendatenbank (Überlagerung)
	DGM	Berechnung eines Digitalen Geländemodells aus Höhenpunkten und -linien mit Bruchkanten
	RASTER	Aufrasterung von Flächen und Linien
AUSWERTUNG und DAR - STELLUNG	IMGRID/ MAP	Bearbeitung von Rasterdaten in Dialog
	ANALYS	flächenscharfe Analyse von Karten; Nachbarschaftsabfragen; Bewertungsmethoden
	REPORT	Bearbeitung der Flächencharakteristika; Ausgabe einer Flächen-Linienstatistik
	KARTE	Erstellung einer mehrfarbigen Schraffur- und Symbolkarte mit Legende
	CONTUR	Ermittlung von Isolinien; zweidimensionale Flächendarstellung
	PICTUR	dreidimensionale Darstellung von Flächen

Tabelle 2: Programm-System LDB

Abbildung 3: Flächennutzungskarte (Satellitenbildauswertung)

5. Anwendungsbeispiele

5.1 Erosion

Zur quantitativen Vorhersage der Wassererosion, insbesondere im Mais- und Zuckerrübenanbau wird derzeit ein von WISCHMEIER entwickeltes Verfahren auf ausgewählten Testflächen eingesetzt. Die für Einzelparzellen aufgestellte Gleichung zur Ermittlung des Bodenabtrags lautet:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

darin sind:

A Bodenabtrag (t/ha x Jahr);
R Regenfaktor (Erosivität der Niederschläge);
K Erodierbarkeit des Bodens;
L Hanglängenfaktor;
S Hangneigungsfaktor;
C Bewirtschaftungsfaktor;
P Bodenbearbeitungsfaktor.

Die für die USA entwickelte und abgesicherte Gleichung kann auch für Mitteleuropa angewandt werden.
Zur Berechnung des R-Faktors wurden Intensitäten des Niederschlags bereits über mehrere Jahre und für mehrere Stationen über die Digitalisierung von Schreiberstreifen des Deutschen Wetterdienstes herangezogen. Zur Unterstützung der arbeitsintensiven flächendeckenden Kartierung der Hangneigung (S-Faktor) wurden digitalisierte Höhenlinien über ein Geländemodell in Neigungsstufenkarten umgesetzt. Nähere Angaben hierzu können in (4) nachgelesen werden. Abbildung 4 auf Seite 303 zeigt ein (10-fach überhöhtes) 3-D-Modell des Meßtischblattes Karlsruhe-Süd mit Blick auf die Vorbergzone des Schwarzwaldes.
In Abbildung 5 auf Seite 304 sind vorgebbare Isolinienstufen der abgeleiteten Hangneigung dargestellt.

Die noch fehlenden Faktoren werden derzeit durch begleitende Untersuchungen bzw. Kartierungen ermittelt und sollen dann ebenfalls in die Gesamtanalyse eingehen.

5.2 Auswertung einer vegetationskundlichen Kartierung in der badischen Rheinaue

In Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie wurde eine umfangreiche Kartierung der rheinnahen Vegetation zwischen Karlsruhe und Freiburg (160 km) EDV-mäßig aufbereitet. Nähere Angaben zur Kartierung und zur Bewertung, insbesondere der Waldflächen, sind bei (5) nachzulesen.

Die Unterstützung der Fachplaner erfolgte durch die Konzeption einer flächendeckenden Datendigitalisierung und durch Bereitstellung einer Serie von Auswerteprogrammen. Neben der standardmäßigen Ermittlung von Flächenbilanzen werden weitere Fragestellungen z.B. nach der Länge von Waldrändern oder Bachufern unterstützt. Für Fragen des Artenschutzes ist z.B. wesentlich, ob ein Bestand größer oder kleiner als 1 ha ist, welche Flächennutzungen unmittelbar angrenzen oder über welche Länge ein wasserführender Altrheinarm am Gebiet anliegt. Solche Kriterien können in ein nachvollziehbares Ablaufschema eingesetzt und für die insgesamt 20000 kartierten Flächen per Rechenprogramm (Modul ANALYS) abgefragt werden.
Abbildung 6 auf Seite 305 zeigt einen Ausschnitt aus einer im Rahmen des Projektes erstellte Plotterkarte. Im Original wurde mit sechs Farben gezeichnet. Auch Legendenausgabe und Maßstabsänderungen werden vom System (Modul KARTE) ohne zusätzlichen Aufwand ausgeführt.

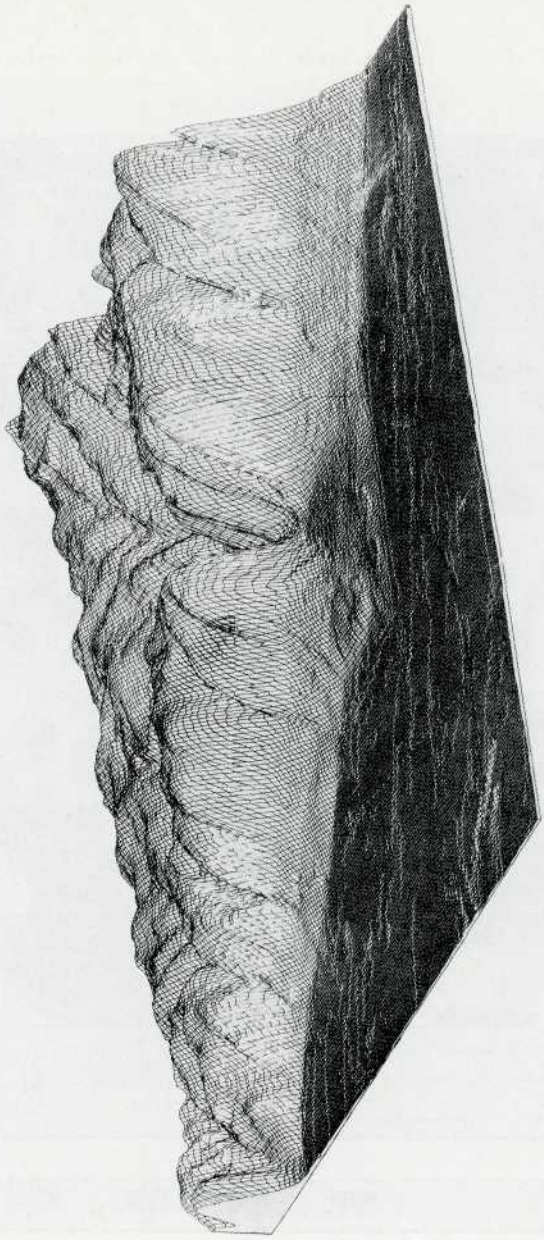

Abbildung 4: Dreidimensionale Darstellung der Höhen im MTB 7016 (Karlsruhe-Süd)

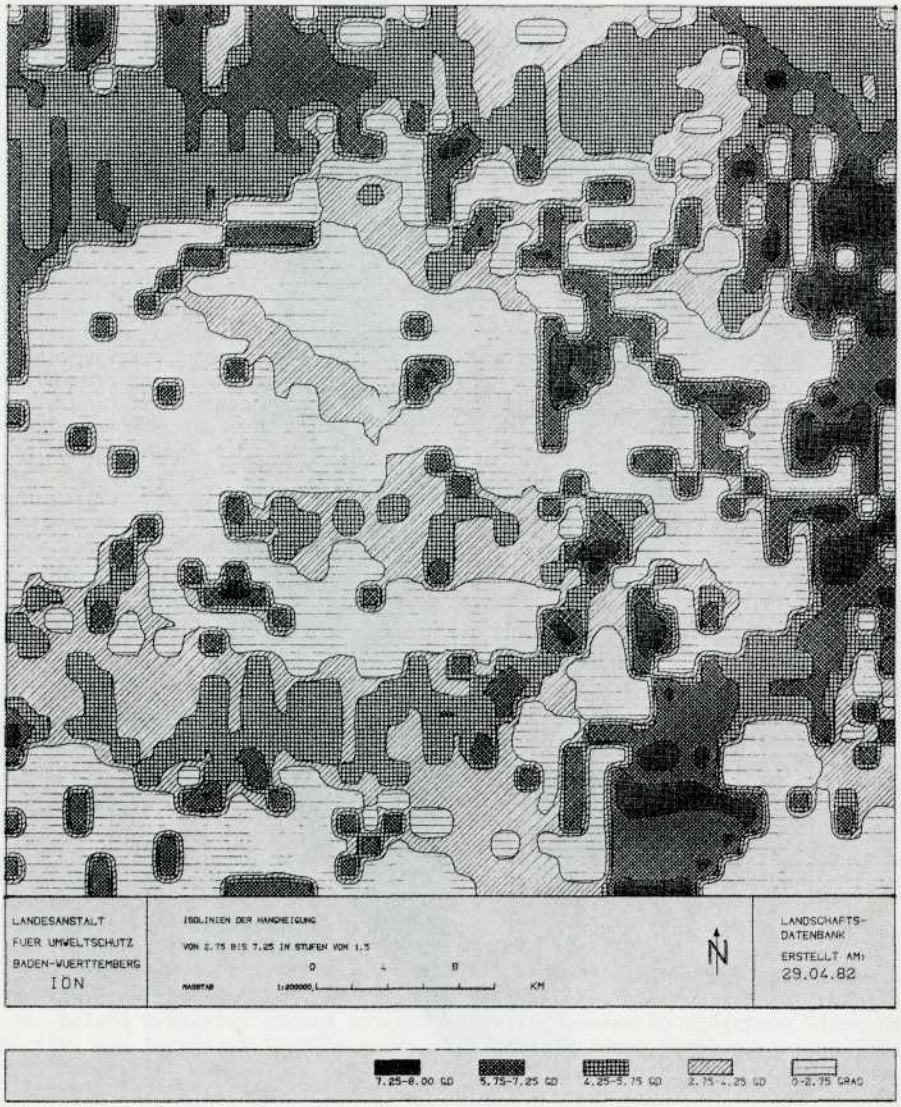

Abbildung 5: Hangneigungsstufenkarte

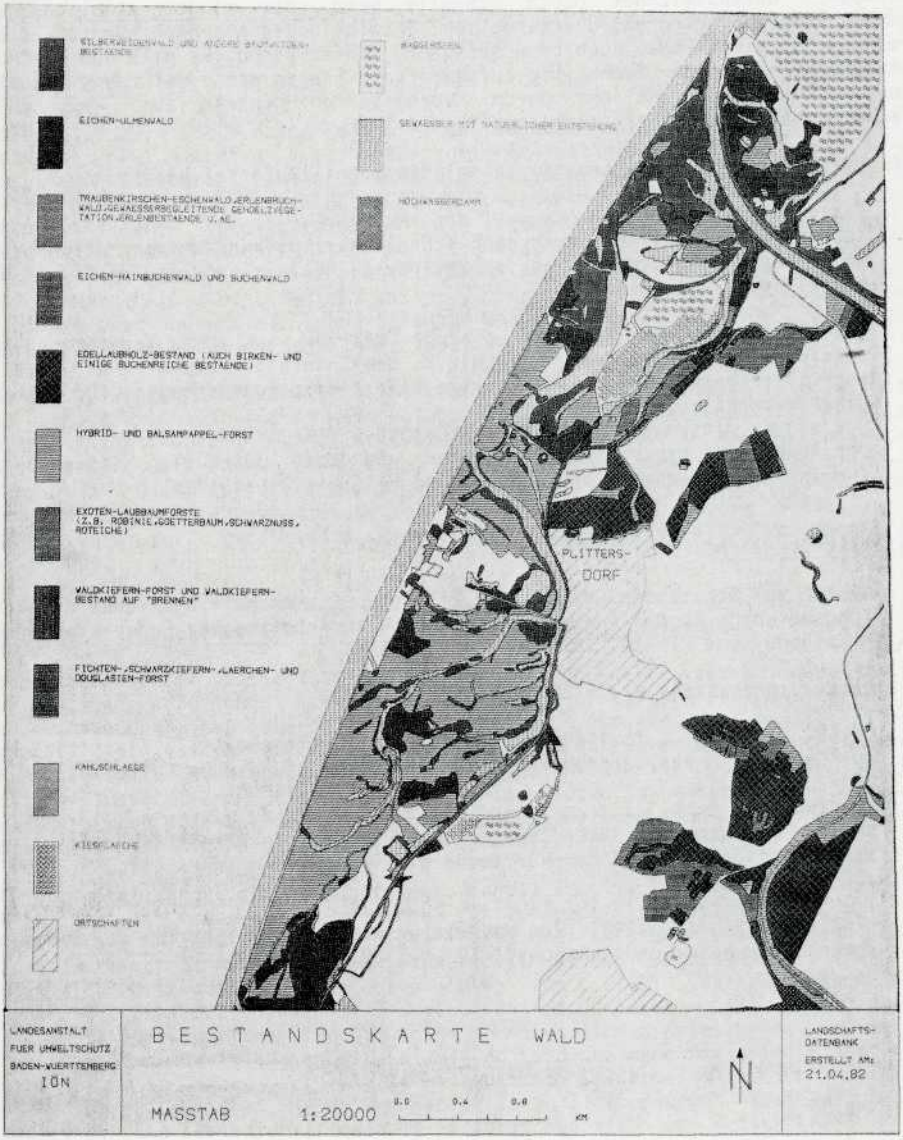

Abbildung 6: Plotterkarte des Waldbestandes im Raum Plittersdorf

6. Schlußbemerkung

Die erste, in der Anfangszeit z.T. euphorische Phase des EDV-Einsatzes in den landwirtschaftlichen und landschaftsökologischen Anwendungsgebieten scheint vorüber. Gekennzeichnet durch schnelle, mehr oder minder problemadäquate ad-hoc Programmierung und Übernahme von Entwicklungen aus benachbarten Fachbereichen hat diese Phase auch neue Kritiker hinterlassen. Es gilt nun durch intensivere Analyse der fachseitig aufgeworfenen Fragen echte Werkzeuge ('tools') aufzubauen. Dies ist nur durch verbesserten Kontakt zum Anwender in fachübergreifenden Arbeitsteams möglich.

Die Vertreter der EDV-Systemanalyse sollten dabei zweierlei beachten:

- Faszinierende Marktangebote auf der Hardwareseite und 'schlüsselfertige' Softwarepakete sollten erst nach gründlicher Überprüfung an die Anwender weiterempfohlen werden. Dies ist zumindest mittel- und langfristig in beiderseitigem Interesse.

- Die EDV-Seite muß versuchen, sich stärker aus den scheinbaren und tatsächlichen Sachzwängen - auch z.B. dem Innovationszwang - zu lösen, um mehr ihrer eigentlichen Funktion als Dienstleistungsinstrument für Fachaufgaben gerecht zu werden.
  Nur ein in diesem Sinne geprägtes Selbstverständnis der EDV-Seite kann auf der Anwenderseite Vertrauen erwecken und damit durch die Motivation zur vorbehaltlosen Annahme der angebotenen Hilfsmittel schaffen.

Literaturübersicht

1. Gesetz zum Schutz der Natur, zur Pflege der Landschaft und über die Erholungsvorsorge in der freien Landschaft (Naturschutzgesetz Baden-Württemberg - NatSchG) vom 21. 10. 1975 (Ges.Bl. S. 654).

2. Landtagsdrucksache Nr. 6/6200 vom 7. 10. 1974.

3. QUIEL, F., 1979: Luftbildinterpretation und multispektrale Klassifizierung zur Gewinnung von Landnutzungsdaten. - Bildmessung und Luftbildwesen 47: 107-117.

4. MÜLLER, M. und W. EHMKE, 1978: Anwendungsbeispiele aus der konzipierten Landschaftsdatenbank Baden-Württemberg. - Natur und Landschaft 53, Nr. 5: 150-153.

5. HENRICHFREISE, A., 1981: Zum Naturschutzwert der Wälder in der badischen Rheinaue. - Natur und Landschaft 56, Nr. 10: 359-362.