

GTZ-Leitfaden

**GEOGRAPHISCHE
INFORMATIONSSYSTEME**

**Einsatz in Projekten
der Technischen
Zusammenarbeit**

**Abteilung 425
Sektorübergreifende
städtische und
ländliche Programme**

GTZ-Leitfaden

**GEOGRAPHISCHE
INFORMATIONSSYSTEME**

**Einsatz in Projekten
der Technischen
Zusammenarbeit**

**Abteilung 425
Sektorübergreifende
städtische und
ländliche Programme**

Eschborn 1994

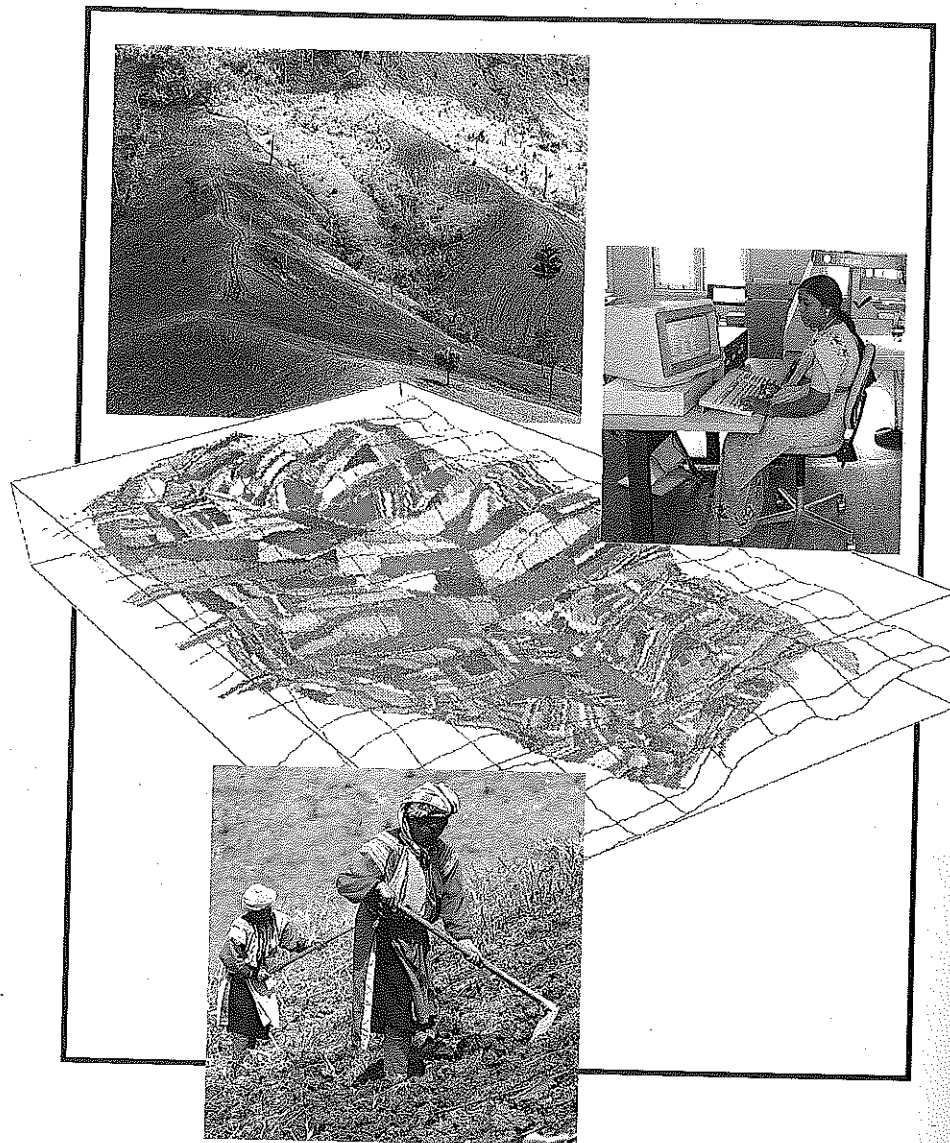
Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	5
1.1	Einführung zum Leitfaden	5
1.2	Basisinformationen zu GIS	5
1.3	Aspekte des Technologietransfers	7
1.4	Möglichkeiten der Anwendung in Entwicklungsländern	8
1.5	Ablaufschema für die Implementierung eines GIS	10
2.	Erfahrungen	13
2.1	GIS-Anwendungen im Rahmen von Projekten der Technischen Zusammenarbeit	13
2.2	Beispiele für länderübergreifende GIS-Netzwerke	22
3.	Institutionelle und organisatorische Aspekte	29
3.1	Allgemeine Probleme	29
3.2	Spezielle Aspekte der institutionellen Einbindung	30
4.	Daten	39
4.1	Datenquellen	39
4.2	Dateneingabe	43
4.3	Datenhaltung	46
4.4	Datenpräsentation	47
4.5	Datenqualität / Datenverfügbarkeit	48
5.	Hard- und Software	51
5.1	Funktionalitäten von GIS	51
5.2	Hardware	52
5.3	Betriebssysteme	56
6.	Ausbildung und Training	58
6.1	Konzepte	58
6.2	Materialien	60
6.3	Ausbildungsprogramme / Fortbildungsmöglichkeiten	61
7.	Zuordnung von Systemen zu möglichen Einsatzgebieten	64
8.	Entscheidungshilfen für den GIS-Einsatz	65
8.1	GIS-fähige Ergebnisse und Indikatoren	65
8.2	Kostenaspekte	66
8.3	Ausbau- und Abbruchkriterien	69
9.	Fallbeispiele	71
10.	Empfehlungen für den Einsatz von GIS	76
10.1	Institutionelle Empfehlungen	77
10.2	Technische Empfehlungen	77
10.3	Empfehlungen zu Ausbildung und Training	79
10.4	Projektspezifische Empfehlungen	80
11.	Literatur	83
11.1	Im Leitfaden zitierte Literatur	83
11.2	Auswahl weiterer Veröffentlichungen	84
11.3	Adressen	86
12.	Glossar	88
13.	Index	97

Die Entwicklung des Leitfadens war eine Teilaufgabe des Arbeitskreises „GIS“ der GTZ.
Die Inhalte wurden in den Jahren 1991 - 1993 erarbeitet.

Dem Arbeitskreis gehörten an: F. Arnold (bis 1992), T. Christiansen, M. Ehlers,
B. Hansmann (ab 1993), E. Jordan, J. Lohmeier, R. Schmidt (ab 1993),
F.-W. Strathmann, J. Wiesel, W. Zimmermann.

Herausgeber:
Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH,
Postfach 5180, 65726 Eschborn
Abteilung 425, Sektorübergreifende städtische und ländliche Programme
Druck:
TZ-Verlagsgesellschaft mbH, 64373 Roßdorf
1/0994/1,5
Alle Rechte vorbehalten



1 Einführung

1.1 Einführung zum Leitfaden

1.1.1 Zweck

Der vorliegende Leitfaden soll den Auslands- und Inlandsmitarbeitern der GTZ eine Orientierungshilfe für den möglichen Einsatz von Geographischen Informationssystemen (GIS) in Projekten der Technischen Zusammenarbeit (TZ) bieten. Dementsprechend wurden für den Leitfaden u.a. bisherige Erfahrungen zum GIS-Einsatz in Entwicklungsländern (EL), Möglichkeiten zur Datenerfassung, -aufbereitung und -präsentation, Hard- und Softwareaspekte, Möglichkeiten der organisatorischen und institutionellen Einbindung, Informationen zu Ausbildungs- und Trainingskapazitäten sowie Entscheidungskriterien für den GIS-Einsatz aufbereitet und bewertet.

Der Leitfaden wurde als leicht verständliche Einführung in den Problembereich *GIS-Einsatz in Projekten der TZ* konzipiert. Gleichzeitig soll er auch ein Nachschlagewerk für GIS-Grundlagen, Anwendungserfahrungen, Ausbildungsinhalte und Begriffe sein. Die Ausarbeitung kann und soll jedoch nur eine erste Orientierung bieten. Zur Vertiefung der Problematik und zur Vorbereitung von Entscheidungen stehen die Arbeitspapiere der GTZ-Dokumentation "GIS", die Fachplaner der GTZ-Abteilung 4250 und externe Berater im Fachverbund "GIS" der GTZ zur Verfügung.

1.1.2 Möglichkeiten der Anwendung

Der Inhalt basiert auf einer Auswahl von Ausarbeitungen und Gutachten, die im Rahmen des Sektorprojektes "GIS" für die GTZ erstellt wurden. Für viele der Themenbereiche des Leitfadens sind Berichte, Prospekte oder Arbeitspapiere in einer GTZ-internen GIS-Dokumentation vorhanden. Diese Materialien stehen als Hintergrundinformation interessierten GTZ-Mitarbeitern zur Einsicht zur Verfügung. Die Gliederung des Leitfadens entspricht hierbei der Gliederung der GTZ-Dokumentation "GIS". Darüber hinaus existiert in der Abteilung 4250 eine Sammlung von GIS-relevanten Materialien (z.B. Standardlehrbücher und Videos), die interessierten GTZ-Mitarbeitern ebenfalls zugänglich ist.

1.2 Basisinformationen zu GIS

Der Ausdruck **GIS** steht - je nach Anwendungsbereich und Herkunft des Anwenders - für *Geographisches Informationssystem* oder *Geo-Informationssystem*.

onssystem. Der erste Begriff wird in der Regel von Geographen bevorzugt, während der zweite Begriff z.B. im Vermessungsbereich verwandt wird. Auch im Englischen ist diese Abkürzung nicht einheitlich, der Begriff GIS kann für *Geographic Information System* (amerikanischer Sprachraum) oder *Geographical Information System* (englischer Sprachraum) stehen. Der Ausdruck GIS (in den romanischen Sprachen SIG = *Système d'Information Géographique* [franz.] bzw. *Sistema de Informaciones Geograficas* [span.]) steht jedoch für alle Begriffe, ohne daß er allerdings für alle dasselbe bedeuten muß.

GIS wird heute als Sammelbegriff für Datenverarbeitungssysteme verstanden, die, insbesondere grafikgestützt, raumbezogene Daten erfassen, verwalten, verarbeiten und für viele Aufgabenstellungen innerhalb der Geodisziplinen anwenden. Allgemeiner wäre wahrscheinlich die Bezeichnung *Raumbezogene Informationssysteme* (engl.: *Spatial Information Systems*), dieser Begriff hat sich allerdings im praktischen Bereich nicht durchgesetzt. Ein GIS bietet - im Gegensatz zu CAD-Systemen (*Computer-Aided Design*, z.B. in den Bereichen Architektur oder Maschinenbau) oder reinen Kartiersystemen - die gemeinsame Verwaltung und Analyse von Geometrie- und Sachdaten.

Die **Geometriedaten** eines raumbezogenen Objektes (z.B. Straße, Landnutzungseinheit) definieren seine Lage im Raum (in Bezug auf ein bestimmtes Koordinatensystem), sowie seine Nachbarschaftsbeziehungen zu anderen raumbezogenen Objekten. Die Nachbarschaftseigenschaften räumlicher Objekte werden häufig auch als **Daten-Topologie** bezeichnet. **Sachdaten** repräsentieren die nichtgeometrischen Komponenten wie Namen, Nummern, Texte oder Eigenschaften. In vielen Fällen können die Sachdaten getrennt von den Lagekoordinaten in kommerziellen Datenbanken gehalten werden.

Beispiele für GIS sind *Landinformationssysteme* (aus dem Bereich des Katasterwesens), *Umweltinformationssysteme* oder *AM/FM-Systeme* (AM/FM = *Automated Mapping / Facilities Management*). Die Fachgebiete für die Entwicklung und Anwendung von GIS sind vielfältig und interdisziplinär. Zu ihnen gehören z.B. Geographie, Geologie, Vermessungs- und Bauingenieurwesen, Raumplanung, Umweltwissenschaften und Landespflege, Forstwissenschaften, Informatik und Computertechnologie sowie Mathematik und Statistik.

Eine Folge dieser Interdisziplinarität ist allerdings, daß der Begriff GIS nicht allgemein gültig definiert werden kann. Konsequenterweise muß im derzeitigen Stadium der GIS-Entwicklung auf miteinander konkurrierende Versuche zur Definition hingewiesen werden.

Konnte in den 70er Jahren noch mit einigem Recht behauptet werden, daß 'GIS eine Fortsetzung der Kartographie mit anderen Mitteln sei', so ist

heute klar, daß GIS sich weit über die kartographischen Ursprünge hinaus zu einem Mittel der Planung und Entscheidungsunterstützung (*decision support system*) entwickelt hat. Folgerichtig stellt eine weit gebräuchlichere Definition diesen Aspekt mit in den Vordergrund:

"Ein GIS ist ein System, das aus Hardware, Software und Prozeduren besteht, welches raumbezogene Daten erfaßt, speichert, manipuliert, analysiert, modelliert und ausgibt, um komplexe Planungs- und Managementprobleme zu lösen" (*Goodchild & Kemp 1990*).

Die Beschreibung der Elemente eines GIS kann im wesentlichen nach zwei Modellen erfolgen. Zum einen nach dem Vierkomponentenmodell aus der Analyse und Nutzung für Entscheidungsprozesse: *Input, Management, Analysis, Presentation* (IMAP). Zum anderen nach dem Säulenmodell aus der Sicht der Informatik: *Hardware, Software, Data, User* (HSDU). Nach diesen beiden Modellen sind auch im wesentlichen die vorhandenen GIS-Lehrbücher aufgebaut.

Die Entwicklungen im GIS-Bereich begannen Ende der 60er bzw. Anfang der 70er Jahre in Kanada und den USA. Der Durchbruch kam jedoch erst mit der beständig leistungsfähiger und preisgünstiger werdenden Hard- und Software, insbesondere seit Anfang der 80er Jahre. Mit einem Zeitverzug von etwa 10 Jahren findet die GIS-Technologie seit Ende der 80er Jahre jetzt auch zunehmend Anwendung in Projekten der TZ.

1.3 Aspekte des Technologietransfers *

Die steigende Notwendigkeit, Entscheidungsprozesse mit Unterstützung von Informationstechnologien wie GIS und Telekommunikation zu verbessern, läuft parallel mit ständig verbesserten Hard- und Softwareentwicklungen für die dezentrale Nutzung und sinkenden Systempreisen. Gleichzeitig ist in vielen Entwicklungsländern eine zunehmende Tendenz zur Dezentralisierung von Entscheidungsprozessen zu beobachten.

Geographische Informationssysteme in Entwicklungsländern sind deshalb vor allem ein Instrument, um Planungsinformationen über lokale Ressourcen zu sammeln und zu analysieren und deren ausgewogene Nutzung zu optimieren. Einerseits kann beim Einsatz dieser innovativen Technik inzwischen - insbesondere in einigen asiatischen Ländern - durchaus bereits auf lokal vorhandenes *Know-How* zurückgegriffen werden, andererseits darf die Gefahr negativer Aspekte des Technologietransfers nicht unterschätzt werden. Hierbei sind insbesondere die zunehmende technologische Abhängigkeit durch den Bedarf an importiertem Fachwissen und

Beratungsinputs sowie die steigenden Anforderungen an die Nutzerqualifikation zu beachten.

Die Entwicklung des GIS-Umfeldes wird gegenwärtig durch folgende Trends gekennzeichnet:

- sinkende Hardwarekosten bei steigender Leistungsfähigkeit,
- schrittweiser Aufbau von Servicestrukturen für Hard- und Software, auch in Entwicklungsländern,
- zunehmende Verfügbarkeit von digitalen Daten aus verschiedenen Quellen, vor allem aus der Fernerkundung,
- zunehmende Verfügbarkeit von sozioökonomischen und demographischen Daten in Datenbankstruktur,
- zunehmende Verfügbarkeit von *Public Domain* GIS-Software,
- beständig breiter werdendes Softwareangebot vom einfachen GIS bis zu sehr komplexen Systemen,
- zunehmender Zwang zur Standardisierung des Datenbestandes,
- zunehmender Bedarf an Beobachtungen dynamischer Prozesse,
- verstärkte Dezentralisierung von Entscheidungsprozessen in Entwicklungsländern,
- zunehmender Bedarf an integrierter Analyse sozioökonomischer und naturräumlicher Informationen für dezentrale (administrative) Gebiets-einheiten.

Entscheidend für die erfolgreiche Implementierung eines GIS ist eine Konzeption des Technologietransfers, die den jeweiligen konkreten Rahmenbedingungen Rechnung trägt. Dabei sollten insbesondere die Qualifikationsstufen des verfügbaren Personals, die Finanzkraft der Trägerorganisationen, das organisatorische Umfeld sowie die technische und soziale Infrastruktur des Landes berücksichtigt werden.

Eine ausgeprägte **Nutzerorientierung** durch Verwendung nutzerfreundlicher und funktionssicherer Systemkomponenten sowie die Bereitstellung bezahlbarer Serviceleistungen in Verbindung mit der Schaffung von Fortbildungsstrukturen können dazu beitragen, die Probleme des Technologietransfers so gering wie möglich zu halten.

1.4 Möglichkeiten der Anwendung in Entwicklungsländern

Auf den Entwicklungsländern lastet ein enormer Entscheidungsdruck hinsichtlich der Steuerung der Bevölkerungsdynamik und des Managements der natürlichen Ressourcen. Effizientes Management und qualifizierte Pla-

nungsentscheidungen setzen auf allen Ebenen Informationen voraus, die umfassend, aktuell und allgemein zugänglich sind.

Während der *Konferenz für Umwelt und Entwicklung* in Rio de Janeiro im Juni 1992 wurde in der Agenda 21 (Kap. 40) auf die enorme Lücke räumlicher Informationen in Entwicklungsländern hingewiesen und auf die Notwendigkeit, den Zugang zu bestehenden Informationen zu verbessern.

Im Hinblick auf die Dynamik der Veränderungsprozesse ergibt sich die Notwendigkeit, schnelle, effiziente und effektive Entscheidungsinstrumente in Entwicklungsländern verfügbar zu haben. Die Chancen für verbessertes Ressourcenmanagement, die neuerdings durch den Einsatz von GIS für Entscheidungsprozesse in Entwicklungsländern gegeben sind, dürfen nicht unterschätzt werden, auch wenn ein sinnvoller Einsatz immer noch an zahlreiche technische, organisatorische und personelle Bedingungen geknüpft ist:

1. Die **Dezentralisierung von Entscheidungsprozessen** auf regionale und lokale Strukturen ist ein entwicklungspolitisch erwünschter Prozeß. Dezentralisierung setzt Wissen über die regionalen und lokalen Ressourcen sowie Entwicklungseingänge und -prozesse voraus. Der dezentrale Einsatz von GIS ist unter bestimmten Voraussetzungen ein geeignetes Instrument, regionales Wissen systematisch aufzuarbeiten und dadurch dezentrale Entscheidungsmechanismen und -strukturen zu fördern.
2. **Informationen für Planungsprozesse** sind wertlos, wenn es nicht die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt mit dem richtigen räumlichen Bezug sind. Durch den Einsatz von GIS wird das ohnehin erforderliche Bedürfnis offensichtlich, Informationen zwischen sektoralen Institutionen zugänglich zu machen und auszutauschen. Hierbei gilt es, die Qualität und die Aktualität der Informationen zu hinterfragen und vorhandene Wissenslücken zu identifizieren.
3. Das Wissen über die Ressourcen leistet für sich allein natürlich noch keinen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung, erst **qualifiziertes Informationsmanagement** macht dieses Wissen für Planungsentscheidungen nutzbar. Hierzu müssen verschiedene Informationsebenen integriert und die durch die neue Technik gegebenen, verbesserten Analysekapazitäten systematisch in die Planungs- und Entscheidungsfindungsprozesse eingebaut werden. Vorausgesetzt sie werden richtig und mit Augenmaß eingesetzt, können Geographische Informationssysteme einen Beitrag zu mehr Transparenz und Demokratisierung von Planungs- und Entscheidungsprozessen leisten.

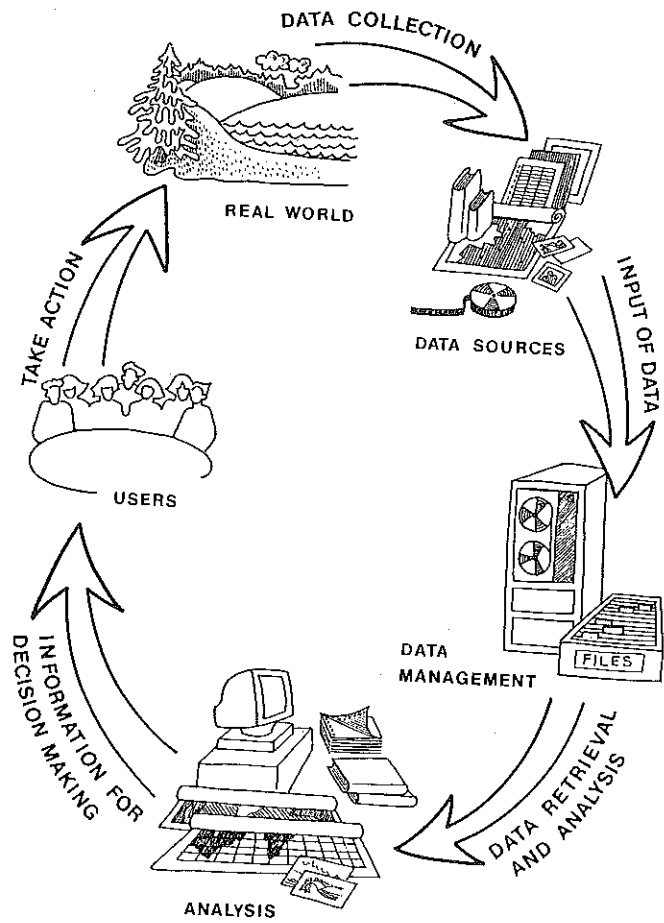


Abb. 1: Der Planungsprozess (aus: Aronoff 1989)

1.5 Ablaufschema für die Implementierung eines GIS

Die Beteiligung der Nutzer bei der Planung und Implementierung eines GIS ist von fundamentaler Bedeutung für die Nachhaltigkeit des konzeptionellen Ansatzes. Voraussetzung dafür ist ein intensiver Dialog zwischen den GIS-Spezialisten, den lokalen Entscheidungsträgern und den Projektberatern.

Das folgende Ablaufschema für die Planung und Implementierung eines GIS im Rahmen eines TZ-Projektes soll dazu beitragen, durch eine konsequente Nutzerbeteiligung, Bedarfsorientierung und projektbegleitendes Monitoring die Risiken des GIS-Einsatzes zu minimieren und die Einbindung

in den Entwicklungsprozess zu stärken. In der Regel werden die vorgeschlagenen Schritte in der Projektpraxis nicht streng aufeinanderfolgen, sondern teilweise parallel ablaufen:

1. Prioritäre Problembereiche des Projektes bzw. der Region (bzgl. raumbezogener Planung) identifizieren
2. Nutzer der entwicklungsrelevanten Informationen identifizieren und ihre Bedürfnisse erfassen
3. Nutzer bei der Strukturierung der Problembereiche beraten und Lösungsansätze aufzeigen
4. Situationsanalyse im Hinblick auf Organisationsstruktur, institutionelles Umfeld, Qualifikation der Akteure, installierte Technologiestufe und Zugang zu vorhandenen Informationen durchführen
5. Bedarf an räumlichen und beschreibenden (alphanumerischen) Informationen abschätzen
6. GIS-Zielsystem auf der Basis der Bedeutung und Dringlichkeit angestrebter Ergebnisse identifizieren
7. Optionen für GIS-Einsatz identifizieren und bewerten hinsichtlich
 - Applikationspotential / -nutzen
 - Systemdesign mit modularem Aufbau
 - Technologiestufe und Trainingsaufwand
 - Kosten und Nutzen
 - Dienstleistungsstruktur im Umfeld
8. Operationsplanung mit Nutzern, Entscheidungsträgern und Projektberatern inklusive der Zeit- und Kostenplanung durchführen
9. Indikatoren für das Monitoring der GIS-Implementierung zur Qualitätssicherung des schrittweisen Aufbaus identifizieren
10. Modularen GIS-Aufbau konzipieren und GIS-Datenbank definieren
11. Qualitätsmerkmale für Daten festlegen und diese bewerten hinsichtlich
 - Herkunft
 - Positions- und Attributgenauigkeit
 - Logischer Konsistenz
 - Vollständigkeit
 - Aktualität

12. Zielorientierten institutionellen und organisatorischen Transformationsprozeß fördern
13. Gemeinsame Terminologie vereinbaren und Standards für den Datenaustausch definieren
14. Aufbau eines internen und externen Netzwerks für Informationsaustausch und Koordination fördern (vertikal und horizontal)
15. Personalentwicklungskonzept für GIS-Fachkräfte und GIS-Nutzer schrittweise realisieren
16. Dienstleistungsstrukturen zur eigenen Entlastung in Anspruch nehmen (z. B. Service für Hard- und Software, Consultants etc.) und ggf. unterstützen
17. Systematische Einbindung des GIS-Konzeptes in Planungs- und Entscheidungsprozesse fördern und Planungsmethoden mit GIS-Unterstützung verbessern
18. Wirkung des GIS-Einsatzes bewerten und steuern
19. Erforderliche Personal- und Finanzressourcen mittelfristig planen und fortschreiben

2 Erfahrungen

2.1 GIS-Anwendungen im Rahmen von Projekten der Technischen Zusammenarbeit

2.1.1 Anwendungsbereiche

Der Einsatz von GIS in der Technischen Zusammenarbeit richtet sich nach den Aufgabengebieten der Projekte. Insbesondere in Projekten, in denen Aufgabenstellungen mit räumlichem Bezug bearbeitet werden, sollte daher die Verwendung von GIS erwogen werden. Vor einer Entscheidung für den Einsatz von GIS sollten jedoch die Möglichkeiten und Grenzen dieser Technik für die jeweilige Projektsituation anhand der in Kapitel 8 beschriebenen Entscheidungskriterien kritisch geprüft werden.

In den folgenden Abschnitten werden einige Beispiele von GIS-Einsätzen in Projekten der TZ dargestellt. Dabei soll vor allem der Beitrag von GIS-Anwendungen für die Zielerreichung des Projektes aufgezeigt werden. Die ausgewählten Projekte wurden nach den wesentlichen Arbeitsfeldern der GTZ typisiert. Dieses ermöglicht ähnlich gelagerten Projekten ohne GIS, das Potential eines GIS-Einsatzes für die eigene Projektarbeit abzuschätzen.

Zu besserer Übersicht wurden, im Anschluß an eine Kurzcharakterisierung der jeweiligen Projekttypen (Arbeitsfelder), ausgewählte Projekte mit ihren Projektzielen und dem entsprechenden GIS-Beitrag tabellarisch aufgeführt. Dabei wurden die GIS-Beiträge zur Zielerreichung entsprechend ihrer Funktionen und der zeitlichen Abfolge in drei Kategorien gruppiert. Es sind diese Funktionen zur

- a. Datenerfassung, -verarbeitung und -verwaltung
- b. Datenanalyse und -manipulation
- c. Datenpräsentation

Die einzelnen GIS-Funktionen werden in den Kapiteln 4 und 5 näher beschrieben.

• **Arbeitsfeld: Ländliche Regionalentwicklung (LRE)**

Die Zielsetzung von LRE-Projekten besteht darin, einen Beitrag zur nachhaltigen Überwindung von Armut zu leisten. Zielgruppen von Maßnahmen sind die ärmeren Gruppen der ländlichen Bevölkerung, die in die Lage versetzt werden sollen, ihre Lebensbedingungen dauerhaft zu verbessern (oder zumindest zu stabilisieren) und ihre Zukunft selbstverantwortlich zu gestalten. Der LRE-Ansatz erfordert ein multisektorales Vorgehen zur Erreichung einer ökologisch, ökonomisch und institutionell nachhaltigen Entwicklung unter Beteiligung der Zielgruppen. Insgesamt handelt es sich also um einen recht komplexen und entsprechend schwierig zu planenden und zu steuernden Projekttyp mit einem starken Raumbezug. Es bietet sich daher an, die Vielzahl der zu berücksichtigenden (raumrelevanten) Informationen computerunterstützt zu sammeln und zu analysieren, hierfür sind Geographische Informationssysteme in einem besonderem Maße geeignet.

Projektbeispiele:

Projekt	Projektziel	GIS-Beiträge zur Zielerreichung
Beratung des ODESYPANO zur Durchführung eines regionalen Entwicklungsvorhabens im Nordwesten Tunesiens	Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen für die strategische Planung der ländlichen Regionalentwicklung durch die Entwicklungsbehörde ODESYPANO	a. Regelmäßige Aktualisierung der Basiskarte b. Unterstützung des systematischen Monitorings der Entwicklung in den betroffenen Regionen c. Integration in ein Projektmanagementinformationssystem
Flurbereinigung, Portugal	Organisatorischer und technischer Aufbau der Flurbereinigung zur Verbesserung der Agrarstruktur	a. ● Verknüpfung der Datensätze zur agrarstrukturellen Vorplanung ● Einbindung alphanumerischer Daten (Eigentümer, Grundstücke etc.) b. ● Unterstützung der Landnutzungsplanung ● Entwurf und Berechnung des Flurbereinigungsplanes ● Investitionsplanung und -kontrolle für die ländliche Infrastruktur
Integrierter Ressourcenschutz, Tillabéri-Nord, Niger	Erfolgreiche Anwendung ressourcenerhaltender Landnutzungsmethoden durch die ländliche Bevölkerung in der Projektregion Département Tillabéri mit Unterstützung regionaler Entwicklungsträger	a. ● Erfassung der natürlichen Ressourcen zur Bewertung des Landnutzungspotentials ● Maßstabsvereinheitlichung vorliegender Karteninformationen ● Bereithaltung aktueller Projektdaten b. Unterstützung von Projektplanung und -management
LRE-Projekt, Santa Cruz/ Bolivien	Nachhaltige Verbesserung der Lebensbedingungen und Reduzierung der wirtschaftlichen und sozialen Disparitäten zwischen den verschiedenen Bevölkerungsgruppen durch Errichtung eines effizienten Systems von Unterstützungs- und Fördermaßnahmen	a. ● Naturressourcenerfassung, -monitoring und -management ● Erosionserfassung, -überwachung und -bekämpfung b. ● Planung, Durchführung und Unterhaltung von Infrastrukturmaßnahmen ● Planung und Steuerung der Erweiterung der landwirtschaftlichen Produktionskapazität

Projekt	Projektziel	GIS-Beiträge zur Zielerreichung
LRE-Projekt, Las Verapaces, Guatemala	Befähigung staatlicher und nicht-staatlicher Träger Entwicklungsgpässe in den Departamentos Alta und Bja Verapaz zu identifizieren und Problemlösungsansätze zu realisieren	a. ● Betreuung der Durchführung von Pilotmaßnahmen ● Verwaltung und Bereitstellung aktueller räumlicher Daten b. ● Bereitstellung und Verschneidung naturgeographischer, ökologischer, landwirtschaftlicher, gewerblicher und sozio-ökonomischer Daten für die Projektplanung ● Prioritätenausweisung von Aktionsfeldern und -gebieten c. Unterstützung des Projektmanagements durch Visualisierung räumlicher Zusammenhänge

● **Arbeitsfeld: Ressourcenschutz / Ressourcenmanagement**

Die Bevölkerungsexplosion fordert, ständig dringlicher werdend, ein behutsames Umgehen mit den natürlichen Ressourcen dieser Erde. Hierzu gehört zunächst eine rationelle Bestandsaufnahme der gegenwärtigen Situation sowie - darauf aufbauend - die Überwachung kritischer Umweltprozesse. Die Datenerfassung ökologisch wichtiger Prozesse erfolgt in zunehmendem Maße durch Fernerkundungsmethoden. Neben der Erfassung der räumlichen Ausbreitung und des Ist-Zustandes natürlicher Ressourcen wie Vegetation, Boden und Wasser, kommt dabei dem zeitnahen *Monitoring* dynamischer Prozesse zunehmende Bedeutung zu. Beispiele hierfür sind Entwaldung, Erosion und Desertifikation im ländlichen Raum sowie Bodenversiegelung, Emmissionsausbreitung und Erwärmung im städtischen Bereich. Bei der Speicherung und Weiterverarbeitung der vielfach in digitaler Form vorliegenden Ergebnisse von Erdbeobachtungen bietet sich der Einsatz der GIS-Technologie an. Die nachfolgenden Projektbeispiele zeigen verschiedene Einsatzmöglichkeiten.

Projekt	Projektziel	GIS-Beiträge zur Zielerreichung
Patagonien, Argentinien	Desertifikationsbekämpfung in Patagonien	b. ● Erklärungsmodellentwicklung und Indikatorenbestimmung zur Desertifikationsbekämpfung ● Verknüpfung komplexer Datensätze zeitnaher Entscheidungsgrundlagen zur Desertifikationsbekämpfung (Frühwarnsystem) ● Prozeßbeobachtung zur frühzeitigen Einleitung von Maßnahmen
Ressourcenschutz, El Qasr, NW-Ägypten	Zielgruppenorientierte ressourcengerechte Landnutzungsplanung zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Bevölkerung	a. ● Inventur der natürlichen Ressourcen ● Erfassung und Geocodierung sozio-ökonomischer Daten b. Partizipative Landnutzungsplanung auf der Basis natur-räumlicher und sozio-ökonomischer Evaluierungen
Prociénaga / Santa María, Kolumbien	Rehabilitierung des geökologischen Gleichgewichts eines Lagunengebietes zur Verbesserung der Lebensverhältnisse der dort lebenden Fischerbevölkerung	a. ● Erfassung und Fortschreibung sozio-ökonomischer Daten der Fischerfamilien b. ● Ermittlung und Modellierung der Wasserumsätze und -qualität der Lagune und ihrer Zuflüsse Ermittlung der Wirkungszusammenhänge des Mangrovensterbens und Überwachung der jetzigen und der weiteren Verbreitung c. ● Erarbeitung und Realisierung eines Fischereimanagementkonzepts

Projekt	Projektziel	GIS-Beiträge zur Zielerreichung
Waldinventur, Unteres Mekong-Becken, Vietnam	Verbesserung der persönlichen und materiellen Planungskapazität der Fachbehörden des Interim Mekong Committees zum Schutz des unteren Mekong-Einzugsgebietes durch Maßnahmen zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Waldressourcen	a. <ul style="list-style-type: none"> • Koordinierte Aktualisierung von Waldinventuren mehrerer Anrainerstaaten • Standardisierung von Methoden und technischer Ausrüstung b. <ul style="list-style-type: none"> • Definition der Kriterien für die Bestimmung und Bewertung der Waldfunktion • Modellentwicklung zu Trendanalysen der Entwaldungsprozesse • Ausweisung von Interventionsgebieten für den Waldressourcenschutz • Monitoring der Landnutzung im Projektgebiet

• **Arbeitsfeld: Organisationsentwicklung / Regionalentwicklung**

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, daß eine nachhaltige Entwicklung ohne leistungsfähige, einheimische Trägerstruktur nicht möglich ist. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Partnerinstitutionen ist deshalb ein wichtiges Ziel der Entwicklungszusammenarbeit. Erfahrungsgemäß können Leistungsdefizite in folgenden Bereichen festgestellt werden:

- Management und Organisationsentwicklung
- Personalentwicklung
- Informationssystem
- Finanz- und Rechnungswesen
- Beziehungen zwischen Zielgruppen und Trägerorganisation

Einsatzmöglichkeiten von GIS-Technik zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Partnerbehörde liegen vor allem in einer Verbesserung der Zugriffsmöglichkeiten auf die vorhandenen raumbezogenen Daten, der schnelleren Durchführung problemspezifischer Raumanalysen zu Planungszwecken sowie der Erstellung einfacher thematischen Karten für Dokumentations- und Präsentationszwecke.

Projektbeispiele:

Projekt	Projektziel	GIS-Beiträge zur Zielerreichung
GIS Cebu Province, Philippinen	Aufbau einer geographischen Datenbank für die Provinz Cebu, zur Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen der Provinzregierung und der in Cebu arbeitenden Planungsinstitutionen	a. Systematische Datensammlung und -aufbereitung zur Vorbereitung von Planungsentscheidungen c. Serviceleistungen im Bereich Datenanalysen und -präsentation für in Cebu operierende Institutionen und Projekte
LREP II - Land Resource Evaluation and Planning Project, Indonesien	Qualifizierung der Trägerinstitution <i>National Land Board</i> in 19 Provinzen Indonesiens und der Zentrale in Jakarta; Landnutzungsplanung für prioritäre Interventionsgebiete	a. Integration komplexer Datensätze mehrerer Institutionen auf Provinz- und zentraler Ebene b. Unterstützung bei der Ausweisung von Prioritätsgebieten in 19 Provinzen c. Unterstützung der dezentralen Organisationsentwicklung in 19 Provinzverwaltungen
CRDA - Bizerte, Tunesien	Unterstützung der Dezentralisierung der tunesischen Landwirtschaftsverwaltung zur Förderung der ländlichen Bevölkerung - Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen des <i>Comissariat Régional au Développement Agricole</i>	a. <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Entscheidungsprozesse im CRDA durch Vereinheitlichung der Datengrundlage und systematische Nutzung aller verfügbarer Daten • Verbesserung der Genauigkeit des Datenmanagements durch Setzen von Qualitätsstandards • Datenaustausch mit anderen Organisationen • Unterstützung aller Fachabteilungen des CRDA c. Verbesserung der internen Kommunikation und der Dokumentation der Institution
LUPAM - Landuse Planning and Mapping, Kalimantan, Indonesien	Qualifizierung der Trägerinstitution <i>National Land Board</i> in zwei Provinzen Kalimantan und der zuständigen Abteilung auf Zentralebene in den Bereichen Landnutzungskartierung und Landnutzungsplanung	b. <ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung bei der Erstellung zeitnaher und komplexer Entscheidungsgrundlagen für Landnutzungsplanung • Ausweisung prioritärer Interventionsgebiete c. Dezentrale Datenanalyse zur Verbesserung der Fach- und Entscheidungskompetenz in den Provinzen

● **Arbeitsfeld: Ausbildungs- und Beratungsinstitutionen**

Der Einsatz von GIS in Projekten erfordert, daß professionelle Fachkompetenz zur Beratung und Fortbildung in Anspruch genommen werden kann. Das Konzept der *Technischen Zusammenarbeit* beinhaltet die systematische Qualifizierung von Ausbildungs- und Beratungsinstitutionen, die auf nationaler oder überregionaler Ebene qualifizierte Serviceleistungen anbieten. Inzwischen wird Beratungs- und Ausbildungskompetenz im GIS-Bereich in verschiedenen Entwicklungsländern schrittweise aufgebaut, wie die folgenden Beispiele verdeutlichen.

Projekt	Projektziel	GIS-Beiträge zur Zielerreichung
National Remote Sensing Facility, Harare, Simbabwe	Aufbau eines nationalen Koordinierungszentrums für Fernerkundung mit Serviceleistungen in Fortbildung, Beratung und Projektdurchführung	a. Inventur und Visualisierung der Land- und Vegetationsressourcen b. Schaffung zeitnaher Grundlagen für Planungsentscheidungen c. Systematische Fortbildungsangebote
Ökologisches Institut der Universität La Paz, Bolivien	Verbesserung von Lehre, Forschung und Beratung auf dem Gebiet der Ökologie an der Universität UMSA La Paz, Bolivien	b. ● Vermittlung raumbezogener Zusammenhänge innerhalb des Fachgebietes Ökologie in Lehre und Forschung ● Unterstützung von Beratungsfunktionen des Instituts für verschiedene Nutzer ● Unterstützung umweltbezogener Planungsabläufe und Realisierung von Ökologieprojekten
Anna-Universität, Madras, Indien	Lehre, Forschung und Beratung von Nutzern sowie Projektdurchführung im Bereich räumlicher Informationssysteme	c. ● Informationsmanagement für die Stadtentwicklung ● Integriertes Informationsmanagement für die Entwicklung der Küstenzone ● Anwendung in der Lehre für den Studiengang 'Geoinformatics'
Soziale Waldwirtschaft, CAFOR, Honduras	Aus- und Fortbildung der honduranischen Forstverwaltung im Rahmen der sozialen Forstwirtschaft, um Wälder nachhaltig und sachgerecht zu bewirtschaften	b. ● Aus- und Fortbildung von Forstfachleuten ● Ausweisung von Interventionsgebieten durch Verschneidung und Interpretation von Informationen aus verschiedenen Datenquellen c. Unterstützung des Managements in verschiedenen Interventionsgebieten

● **Arbeitsfeld: Infrastruktur**

Infrastrukturprojekte dienen in der Regel der Verbesserung der Kommunikation, des Transportes und der Versorgung der Bevölkerung mit Wasser oder Strom. Der einfache Zugriff auf ständig aktualisierte Informationen über Zustand und Leistungsfähigkeit des Versorgungsnetzes ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für ein effektives Management dieser Infrastruktureinrichtungen.

In Europa und Nordamerika haben die großen Versorgungsunternehmen das Potential Geographischer Informationssysteme für die Planung, Installation und Fortschreibung von Leitungsnetzen für Telefon-, Wasser-, Gas-, Fernwärme- und Ölleitungen sowie für Straßen-, Bahn- und Kanalbauten seit langem erkannt und nutzbar gemacht. Diese Unternehmen bilden heute eine der wichtigsten, wenn nicht gar die bedeutendste Nutzergruppe von GIS-Technik. Je nach Zielsetzung und Projektumfeld kann der Einsatz von GIS-Systemen für diese Zwecke durchaus auch in Entwicklungsländern sinnvoll sein. Die Dimensionen können vom kommunalen über den provinziellen bis zum landesweiten Einsatz reichen. Da überwiegend lineare Strukturen mit Verbrauchs- und Zustandsinformationen zu verbinden sind, kommen vor allem Vektor-GIS mit speziellen Datenbanken zum Einsatz. Dieses verdeutlicht ein Beispiel aus Costa Rica:

Projekt	Projektziel	GIS-Beiträge zur Zielerreichung
Beratung des Transportministeriums - Straßenunterhaltung in Costa Rica	Verbesserung der institutionellen Fähigkeit des Ministeriums hinsichtlich der Routine-Instandhaltungen des Erd- und Schotterstraßennetzes	a. ● Durchführung einer Straßeninventur ● Erstellung einer Landesstraßenhierarchie anhand eines Kriterienkatalogs ● Entwicklung eines Inventars für Straßenbaumaterial-Lagerstätten c. Entwicklung eines Planungssystems zur Straßenunterhaltung

2.1.2 Funktionen im Projektmanagement

Die Nutzung Geographischer Informationssysteme bzw. ihrer Ergebnisse für das Projektmanagement sind nicht nur abhängig vom Anwendungsbereich des Projektes, sondern auch von der jeweiligen Projektphase. Hierbei sei darauf hingewiesen, daß Aufbau und Nutzung eines GIS nicht unbedingt **projekintern** realisiert werden müssen. Vielmehr sollte jeweils geprüft werden, inwieweit zumindest Teile der durch den GIS-Einsatz anfallenden Arbeiten - insbesondere sehr zeitaufwendige Leistungen wie die Digitalisie-

zung von Karten, die Erfassung, Überprüfung und Eingabe statistischer Daten u.ä. - von **projektexternen** Stellen (z.B. lokale und internationale Consultants, Fach- und Ausbildungsinstitutionen) als Auftragsarbeit erbracht werden können. Der projektintern zu erbringende Arbeitsaufwand läßt sich dadurch ganz erheblich reduzieren und die Mitarbeiter können sich auf die eigentliche **Nutzung der Ergebnisse** konzentrieren. Zur Verwaltung und Präsentation der mittels GIS gesammelten Rauminformationen bieten sich spezielle Softwaremodule an, deren Anwendung auch von GIS-Laien in kurzer Zeit erlernbar ist.

Wie in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt, durchläuft jedes TZ-Projekt - unabhängig vom Projekttyp - einen festgelegten Projektzyklus. Je nach Projektphase werden unterschiedliche raumbezogene Informationen benötigt und aufbereitet, entsprechend ändern sich dadurch auch die Anwendungsmöglichkeiten eines Geographischen Informationssystems.

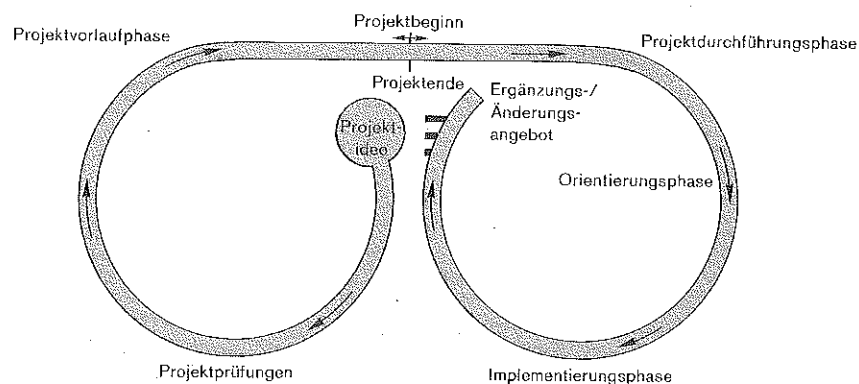


Abb. 2: Projektzyklus eines TZ-Projektes (abgeändert nach Kressler & Salzer 1992)

• **Projektvorlaufphase**

Während der Projektvorlaufphase bis zum eigentlichen Projektbeginn bestehen nur recht eingeschränkte Möglichkeiten, GIS-Technik einzusetzen. Einsatzmöglichkeiten ergeben sich in dieser Phase noch am ehesten im Rahmen der projektvorbereitenden Prüfung großräumig angelegter Regionalplanungs- und/oder Ressourcenschutzvorhaben. Hier können eventuell mit Hilfe eines GIS räumliche Daten, die bereits in nationalen oder internationalen Datenbanken (z.B. UNEP-GRID, vgl. Kap. 2.2.1) vorliegen, gesammelt und analysiert werden. Dadurch können dann u.U. wichtige zusätzliche Informationen als Entscheidungshilfe für die Prüfung des Projektantrages gewonnen werden.

• **Orientierungsphase**

Die eigentliche Projektdurchführung eines typischen TZ-Projektes untergliedert sich in eine zwei- bis dreijährige Orientierungsphase und ein bis drei (jeweils mehrjährige) Implementierungsphasen. Häufig ist auch noch eine Nachbetreuungsphase vorgesehen.

In der Orientierungsphase erfolgt oft eine **allgemeine Datensammlung** sozio-ökonomischer und physisch-geographischer Basisdaten, teils auf der Grundlage vorliegender Unterlagen, teils mit Hilfe speziell für das Projekt erstellter Studien. Diese Grundinformationen werden häufig noch durch Spezialstudien zu - für die Projektzielsetzung besonders wichtigen - Problembereichen ergänzt.

Die Datensammlung wird in den meisten Fällen nur zum Teil vom Projektpersonal selbst durchgeführt, üblicherweise wird ein Teil dieser Studien an lokale und internationale Consultants vergeben. Jedes Projekt sollte daher grundsätzlich durch entsprechende Vorgaben in den *Terms of Reference (TOR)* sicherstellen, daß die wesentlichen Informationen der verschiedenen Einzelstudien jederzeit in eine GIS-Datenbank übernommen werden können.

An die Datensammlung und -analyse schließt sich dann die eigentliche **räumliche Planung** an. Je nach Projekttyp kann es sich dabei um eine mehr sektorbezogene Planung (z.B. Forstplanung) oder um eine allgemeine Regionalplanung handeln. In beiden Fällen bildet die räumliche Planung jedoch eine wesentliche Grundlage für die anschließende Konzeption der Implementierungsphasen und der darin durchzuführenden Maßnahmen.

Im Rahmen dieser Planungen müssen eine Vielzahl raumbezogener Informationen analysiert und miteinander kombiniert werden, genau hier bietet sich daher der Einsatz eines GIS an. Durch Einbeziehung eines GIS, möglichst schon direkt bei Projektbeginn, können die nach und nach verfügbar werdenden räumlichen Informationen jederzeit *zugriffsbereit* gespeichert und in bisher nicht realisierbarem Ausmaße miteinander kombiniert werden. Die Möglichkeit, kartographische und alphanumerische Informationen miteinander zu kombinieren, eröffnet dem Planer dabei neue Möglichkeiten der Raumanalyse.

Ein weiterer entscheidender Vorteil eines systematischen GIS-Einsatzes liegt in der Möglichkeit, die erheblichen Mengen an raumbezogenen Informationen, die gerade im Laufe der Orientierungsphase ständig neu anfallen, übersichtlicher zu ordnen und schneller verfügbar zu machen. Vorausgesetzt, daß aus allen neu erstellten Studien und Berichten die jeweils wichtigsten raumbezogenen Informationen systematisch extrahiert und in das GIS

aufgenommen werden, kann mit Hilfe der GIS-Datenbank im Laufe der Jahre eine Art *Projektgedächtnis* für das Projektgebiet aufgebaut werden. Aus dieser Datenbank können dann nicht nur die Projektmitarbeiter selbst, sondern auch Kurzzeitexperten und Projektevaluierungsteams die jeweils benötigten räumlichen Informationen sehr viel schneller abrufen, als dieses bisher möglich war.

• *Implementierungsphase / Monitoring & Evaluierung (M&E)*

Während der Implementierungsphase verlagert sich der Tätigkeitsschwerpunkt von TZ-Projekten von Planungsaktivitäten auf die Beratung und Steuerung bei der **Maßnahmendurchführung**. Die Implementierung bestimmter Projektmaßnahmen, die während der Orientierungsphase nur in kleinem Umfang - in sogenannten *Pilotgebieten* - getestet wurde, wird nun großflächig im gesamten Projektgebiet, oder zumindest erheblichen Teilen davon, umgesetzt. Im Gegensatz zur früheren Praxis, wo die Maßnahmendurchführung in erheblichem Maße durch die Projekte selbst erfolgte, zielen neuere Projektkonzeptionen darauf ab, die eigentliche Maßnahmendurchführung weitgehend durch die Zielgruppen selbst sowie durch *Non-Government-Organizations* (NGO's) und Behörden der entsprechenden Fachministerien (z.B. Landwirtschaftsministerium) durchführen zu lassen. Der Aktivitätenschwerpunkt des *TZ-Projektes* verlagert sich in dieser Phase dadurch auf eine mehr unterstützende und steuernde Funktion.

Die allgemeine Projektplanung (Erfassung der Ressourcen und Entwicklungspotentiale) sollte bereits weitgehend in der Orientierungsphase durchgeführt werden. Dementsprechend nimmt in der Implementierungsphase einerseits der Bedarf an *allgemeiner Planung* ab, andererseits nimmt der Bedarf an strategisch-logistischer Planung zu. Gleichzeitig sollte für eine effektive Steuerung der sich rasch vergrößernden Zahl von Projektaktivitäten ein gut funktionierendes M&E-System aufgebaut werden. Entsprechend der Verschiebung der Tätigkeitsbereiche des Projektes verlagern sich auch die Einsatzmöglichkeiten eines GIS von (regional)planerischen Anwendungen hin zur Unterstützung von **Management- und Projektmonitoring**.

Typische Anwendungen im Rahmen des Implementierungsmanagements sind beispielsweise die Auswahl von Prioritätsgebieten für bestimmte Maßnahmen oder auch die technische Planung von größeren Infrastrukturmaßnahmen (z.B. im Straßenbau oder für die ländliche Wasserversorgung).

Im Bereich *Monitoring & Evaluation* muß zunächst zwischen verschiedenen Anwendungen des Begriffes Monitoring unterschieden werden (*Aktivitäten-Monitoring, Impact-Monitoring, Kosten-Monitoring, Ecological Monitoring*). Die Begriffe werden leider vielfach ohne klare Abgrenzung nebeneinander benutzt. Alle vier *Monitoring*-Arten beinhalten neben Daten

ohne Raumbezug auch Informationen mit direktem Raumbezug. Es sind vorwiegend diese raumbezogenen Informationen, die sich in ein GIS einbringen und mittels GIS verwalten lassen.

Bei der gegenwärtig üblichen Vorgehensweise werden Monitoring-Daten häufig mittels konventioneller Tabellenkalkulations- und Datenbankprogramme (z.B. *dBase* und/oder *Lotus 1-2-3*) erfaßt. Für Berichte und sonstige Dokumentationszwecke werden die Daten häufig in Form von Tabellen und *Business-Graphiken* präsentiert. Der entscheidende Nachteil dieser konventionellen Vorgehensweise ist, daß räumliche Zusammenhänge nur unzureichend analysiert und dargestellt werden können.

Verbindet man die (üblicherweise bereits bestehende) *konventionelle Monitoring*-Datenbank mit einem Geographischen Informationssystem, so kann das GIS nicht nur zur Analyse und Visualisierung räumlicher Zusammenhänge in der Gegenwart, sondern auch zur Simulation zukünftiger Szenarien benutzt werden. Darüber hinaus lassen sich über eine solche Verknüpfung viele der für *Monitoring-Reports* typischen Tabellen und *Business-Graphiken* durch (aussagekräftigere) thematische Karten ersetzen. Mit solchen thematischen Kartendarstellungen der Projektmonitoringdaten lassen sich die vielfältigen Entwicklungsaktivitäten und ihre räumlichen Zusammenhänge oft erheblich besser und leichter verständlich darstellen.

• *Visualisierung / PR-Arbeit*

Der Erfolg eines Projektes hängt in starkem Maße von der Unterstützung der lokalen Institutionen ab. Häufig ist es aber recht schwierig, den Entscheidungsträgern die zum Teil recht komplexen und für Laien schwierig zu verstehenden (projektinternen) Sachverhalte, Ziele und Probleme zu verdeutlichen. In der Projektpraxis führt dieses dann oft zu Mißverständnissen und falschen oder verspäteten Entscheidungen auf der Entscheidungsträgerebene.

Gerade in diesem Zusammenhang ist es von besonderer Bedeutung, die Informationen, die an diese Entscheidungsträger weitergegeben werden, so aufzubereiten, daß einerseits die wesentlichen Zusammenhänge klar werden, andererseits die Adressaten nicht mit unnötigen Detailinformationen überfordert werden.

Das gleiche gilt sinngemäß für die Kommunikation mit den Zielgruppen bzw. deren Repräsentanten. Auch hier ist eine gut aufbereitete, dem Bildungsstand der Zielgruppe angepaßte Visualisierung eine wichtige Voraussetzung für eine konstruktive Partizipation der Zielgruppe bei der Planung und Durchführung der Entwicklungsmaßnahmen.

Eine solche leicht verständliche, gut visualisierte Präsentation der wesentlichen Informationen kann zwar sicherlich auch mit konventionellen kartographischen Mitteln erreicht werden, die Aufbereitung mit Hilfe eines GIS kann aber auch hier die Arbeiten wesentlich vereinfachen und beschleunigen.

2.2 Beispiele für länderübergreifende GIS-Netzwerke

Nachfolgend werden einige international operierende GIS-Netzwerke und Datenbanken kurz beschrieben. Diese Institutionen bieten eine Reihe von Serviceleistungen an, die für TZ-Projekte von Interesse sein können. Die Bandbreite reicht dabei von der Lieferung digitaler Daten (z.B. Karten in digitaler Form) über Consultingleistungen bis zur Ausbildung von Fachkräften. Teilweise sind diese Serviceleistungen sogar kostenfrei bzw. werden zu Selbstkostenpreisen erbracht. Die Kontaktanschriften der Institutionen sind in Kapitel 11.3 aufgelistet.

2.2.1 GRID

Die *Global Resource Information Database* (GRID) ist neben dem *Global Environment Monitoring System* (GEMS) ein Element des weltweit operierenden *United Nation Environment Programme* (UNEP). Als Datenbank stellt es seit 1985 digitale Daten (z.B. Landesgrenzen, Klimaparameter, Bodentypen, Bevölkerung oder Landnutzung) auf globaler, kontinentaler, nationaler und zum Teil auch auf regionaler Ebene - ohne Gebühren - zur Verfügung. Hauptziel der Aktivitäten ist es, übergeordnete Umweltgesichtspunkte in die Prozesse von politischen Entscheidungsträgern, aber auch von Ressourcenschutzprojekten, einzubringen. Weltweit können von 10 Zentren GIS- und Satellitenbilddatensätze - überwiegend in den Formaten von *Arc/Info*, *Idrisi* und *Erdas* - bezogen werden. Bei dem Großteil der angebotenen digitalen Karten handelt es sich jedoch um relativ kleinmaßstäbige Karten (1 : 250.000 und kleiner). Für die meisten TZ-Projekte dürfte dieser Raumbezug nicht detailliert genug sein.

2.2.2 INFOTERRA

Das INFOTERRA-Netzwerk - seit 10 Jahren operationell - ist ebenfalls ein Element im Umwelt- und Ressourcenschutzbereich der Vereinten Nationen. Es kooperiert mit über 5500 nationalen Institutionen in 127 Ländern. Dieses Netzwerk vermittelt auf Anfrage Kontakte zu Institutionen mit Fachwissen

und Erfahrungen in den gewünschten Bereichen. Außerdem stellt es Literatur und andere Informationen direkt zur Verfügung.

2.2.3 AGRHYMET

AGRHYMET ist ein seit 1989 auf regionaler Ebene Afrikas laufendes Programm zum Aufbau einer agrarmeteorologischen Datenbank. Die Mitgliedsländer sind: Burkina Faso, Gambia, Guinea-Bissau, Kap Verde, Mali, Mauretanien, Niger, Senegal und Tschad. Der Hauptsitz ist in Niamey/Niger. Dort werden zum Beispiel meteorologische, hydrologische und landwirtschaftliche, insbesondere weidwirtschaftliche, Daten gesammelt und mit Hilfe verschiedener GIS-Software-Formate ausgewertet.

2.2.4 Early Warning System (IGAAD)

Dem Frühwarnsystem (*Early Warning System*) der *Inter-Governmental Authority in Drought and Development* (IGADD) gehören die Staaten Äthiopien, Djibouti, Kenia, Somalia, Sudan und Uganda an; die Zentrale der Organisation ist in Djibouti. Ziel des Programmes ist es, die Versorgungssicherheit der Mitgliedsländer mit Nahrungsmitteln durch Aufbau eines Frühwarnsystems für Ernteausfälle zu verbessern. Dazu werden u. a. meteorologische Daten der Satelliten *Meteosat* und *NOAA* in einem GIS ausgewertet, so werden z.B. die erwarteten Erntemengen abgeschätzt und Schädlingsbefall vorhergesagt. Ein weiterer Schwerpunkt des Programmes ist die Ausbildung nationaler GIS-Experten.

2.2.5 ICIMOD/MENRIS

Das *International Center for Integrated Mountain Development* (ICIMOD) in Kathmandu / Nepal besteht seit 1984. Der Arbeitsbereich des Zentrums liegen in der Hindu-Kush-Himalaya-Region. Die West-Ost-Erstreckung des Gebietes beträgt über 3500 km, in dieser Gebirgsregion leben ca. 120 Millionen Menschen. Mitgliedsländer des ICIMOD-Netzwerkes sind Afghanistan, Bangladesh, Bhutau, China, Indien, Myanmar (Burma), Nepal und Pakistan. Das Zentrum soll den systematischen und multidisziplinären Austausch von Wissen und Erfahrungen sicherstellen sowie die Ausbildung von lokalem Fachpersonal fördern.

Zur Unterstützung von Projekten mit einer GIS-Komponente und zur Ausbildung von GIS-Experten wurde innerhalb des ICIMOD das *Mountain Environment and Natural Resources Information System* (MENRIS) aufgebaut. Die Hauptaufgaben des MENRIS-Programmes liegen zur Zeit in dem Auf-

bau eines Informationsnetzwerks umweltbezogen arbeitender Institutionen der Mitgliedsländer, in der GIS-Ausbildung und im Sammeln und Austauschen raumbezogener Daten. In der Ausbildung werden GIS-Basis-schulungen in einem sogenannten *Cycle-Ansatz* (vgl. Kap. 6.3.2) sowie Aufbau- und Spezialkurse angeboten.



Bild 1: ICIMOD in Kathmandu / Nepal

3 Institutionelle und organisatorische Aspekte

3.1 Allgemeine Probleme

Im Zusammenhang mit dem Aufbau von GIS in Entwicklungsländern werden häufig weniger technische als vielmehr institutionelle und administrative Probleme beklagt. Folgende Mängel werden oft angeführt:

- Kompetenzstreitereien zwischen den Behörden
- Fehlende Konzepte zur Vorbereitung und Implementierung von GIS
- Fehlende nationale GIS-Strategien und Vorgaben
- Mangelnde Kenntnis der Behörden und Institutionen über die GIS-Technologie und ihre Wirkungen
- Unklare Planungskompetenzen
- Fehlende, veraltete oder ungenaue Daten
- Administrative Blockaden

Für diese Schwierigkeiten können mannigfaltige Gründe verantwortlich gemacht werden:

- Die starke Orientierung auf die technischen Aspekte eines GIS führen oft dazu, daß die vorbereitenden Planungen nicht alle relevanten Punkte umfaßt. Da Ökonomen und Verwaltungsfachleute in der Regel nicht an der Konzeption eines GIS beteiligt werden, fehlen oft Kenntnisse der ökonomischen und institutionellen Planungsinstrumente.
- Häufig werden die Ziele und die erwarteten Wirkungen eines GIS vor seiner Implementierung nicht klar definiert. Potentielle Nutznießer und Beteiligte sind dann nur schwer zu identifizieren und in die Konzeption des GIS mit einzubeziehen.
- In vielen Fällen verändern sich die Ziele eines GIS im Laufe seiner Implementierung. Kennzeichnend für eine solche Evolution ist ein sich häufig änderendes Zielsystem während des Implementierungsprozesses, das sich langsam von den Zielen eines *Projekt-GIS* in Richtung *Institutionen-GIS* oder *Dienstleistungs-GIS* (vgl. Kap. 3.2.1) entwickelt.
- Ziele und Wirkungen des GIS werden häufig wenig auf die Bedürfnisse der Entscheidungsträger abgestimmt. Selten wird geprüft, inwieweit ein GIS zu *besseren* Entscheidungen (und zwar "besser" aus der Sicht der Entscheidungsträger) beitragen kann.
- Nur selten sind Organisationen darauf vorbereitet, daß die Einführung eines GIS institutionelle Anpassungen erfordert.

3.1.1 Personal

Qualifiziertes Personal mit GIS-Erfahrung ist von der Operationsebene bis zur Entscheidungsebene erforderlich. Andererseits sind die Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten in Entwicklungsländern sehr begrenzt bzw. nicht systematisch, mit mittelfristiger zeitlicher Perspektive strukturiert und oft nicht problemlösungsorientiert aufgebaut.

Das Abwanderungsrisiko qualifizierter GIS-Fachkräfte aus Institutionen ist relativ hoch, da ihr Tätigkeitsfeld nicht in herkömmliche Organisationsstrukturen paßt und sie deshalb in der Regel unterbezahlt sind. Eine systematische Personalentwicklungsplanung, die den zunehmenden GIS-Anforderungen gerecht wird, findet in der Regel nicht statt.

3.1.2 Arbeitsbedingungen

Die Hardware ist in Entwicklungsländern durch *äußere* Bedingungen, insbesondere durch die räumliche Unterbringung, oft zusätzlichen Belastungen ausgesetzt, die den Einsatz erschweren oder verteuern. Beispielfhaft seien genannt:

- Luftfeuchtigkeit und Hitze
- Gefährdung der Stromkabel durch Nagetiere
- Beeinträchtigung durch Staub
- Spannungsschwankungen und Ausfall der Stromversorgung
- Vibrationsprobleme und Standsicherheit
- Nicht-Verfügbarkeit von Hardware-Ersatzteilen

3.2 Spezielle Aspekte der institutionellen Einbindung

3.2.1 GIS-Typen / Zielsysteme

Die Bandbreite der denkbaren Funktionen eines GIS erstreckt sich vom reinen *projektorientierten* GIS mit einer engen, klar definierbaren Fragestellung, bis hin zu *komplex-institutionellen* Informationssystemen mit multidisziplinären, globalen Zielsetzungen. Es ist offensichtlich, daß die Komplexität der institutionellen und administrativen Problematik keine pauschale Empfehlungen erlaubt.

Entscheidend für eine Typisierung von GIS-Systemen sind ihre **Zielsysteme**. Aus ihnen heraus ergibt sich die Notwendigkeit und Art der institutionellen und administrativen Einbindung. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, ob ein GIS nur eine zeitlich und räumlich begrenzte *Werkzeugfunktion* innerhalb eines Projektes übernehmen soll, oder ob ein GIS - über begrenzte Projektanwendungen hinaus - dauerhaft in Organisationen integriert werden soll.

Ein GIS mit überwiegenden Werkzeugfunktionen und Beschränkung auf ein konkretes Projekt kann auch als *Projekt-GIS* bezeichnet werden. Da ein solches GIS nur innerhalb eines Projekts (oder Abteilungen eines Projekts) eingesetzt wird, sind nur die üblichen Berührungspunkte zur Außenwelt gegeben. Seine Einbindung in das institutionelle Umfeld des Projekts bereitet daher meistens keine größeren Probleme.

Auders ist die Lage, wenn - neben den GIS-spezifischen Ergebnissen - auch organisatorische und institutionelle Ziele erreicht werden sollen, insbesondere wenn dafür organisatorische und institutionelle Anpassungen notwendig werden. Stehen die Institution oder mehrere Institutionen betreffende Ziele im Vordergrund, so können diese GIS, je nach Schwerpunkt, als *Institutionen-GIS* oder *Service-GIS* bezeichnet werden.

Im Gegensatz zu reinen *Projekt-GIS* handelt es sich bei *Institutionen-GIS* um dauerhafte, zeitlich nicht begrenzte Einheiten mit meistens *offiziellem* Charakter. Da ihre Daten oft für hoheitliche Aufgaben verwendet werden, muß streng über die Qualität der Daten gewacht werden (Regreßpflicht). Bei einem *Institutionen-GIS* steht die Verbesserung der Leistungsfähigkeit einer Organisation, insbesondere deren Entwicklung, im Vordergrund; bei einem *Service-GIS* der Dienstleistungscharakter. Je nach Bedarf kann eine GIS-Einheit dabei Dienstleistungen für eine oder mehrere Organisationen erbringen.

Beispielfhaft werden zwei Formen der institutionellen Einbindung vorgestellt. In der Abb. 3 bedieut das GIS verschiedene Organisationen. Besonderes Augenmerk muß auf die Organisation der Arbeit (welche Arbeiten sind prioritär ?) und die Erstattung der Kosten gelegt werden. Um den direkten Zugriff der Trägerorganisation zu mindern, sollten organisatorische Regelungen getroffen werden.

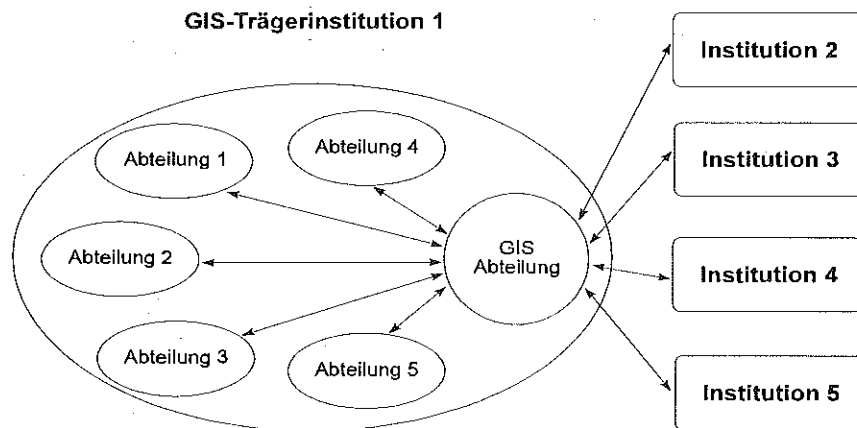


Abb. 3: GIS als Serviceeinheit zwischen mehreren Institutionen (vgl. Fallstudie Madras, Kap. 9)

Eine besondere Erscheinungsform des *Service-GIS* sind GIS-Netzwerke (vgl. Abb. 4). Ihre Hauptaufgaben liegen in der Standardisierung des Datenaustausches, der Vereinheitlichung von Klassifizierungsschemata, der Koordination von GIS-Aktivitäten, der Formulierung von Zielsystemen (Formulierung von Nutzerbedürfnissen), des Austausches fachlicher Informationen und der Organisation von Fortbildungsmaßnahmen. Netzwerke können eigenständige Organisationen sein oder als informelle Arbeitskreise auf regionaler, nationaler oder supra-nationaler Ebene existieren.

Der Anstoß zur Implementierung eines *Institutionen-* oder *Service-GIS* kommt meistens nicht von einzelnen technischen Spezialisten. Er ergibt sich aus dem Informationsbedarf und den Defiziten von Organisationen (z.B. schlechtes Datenmanagement, ungenügende Kommunikation oder fehlende Planungsinstrumente). Die Identifizierung dieser Defizite obliegt den verantwortlichen Entscheidungsträgern. Mit ihnen müssen auch die Problemlösungen (Zielsysteme) unter Berücksichtigung aller Alternativen erarbeitet werden. Zur Strukturierung der Problem- und Zielsysteme empfiehlt es sich, die ZOPP-Methodik oder das Instrumentarium der Trägeranalyse zu benutzen. Es sollte immer bedacht werden: *Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung eines GIS ist die präzise Definition seiner Ziele und Ergebnisse.*

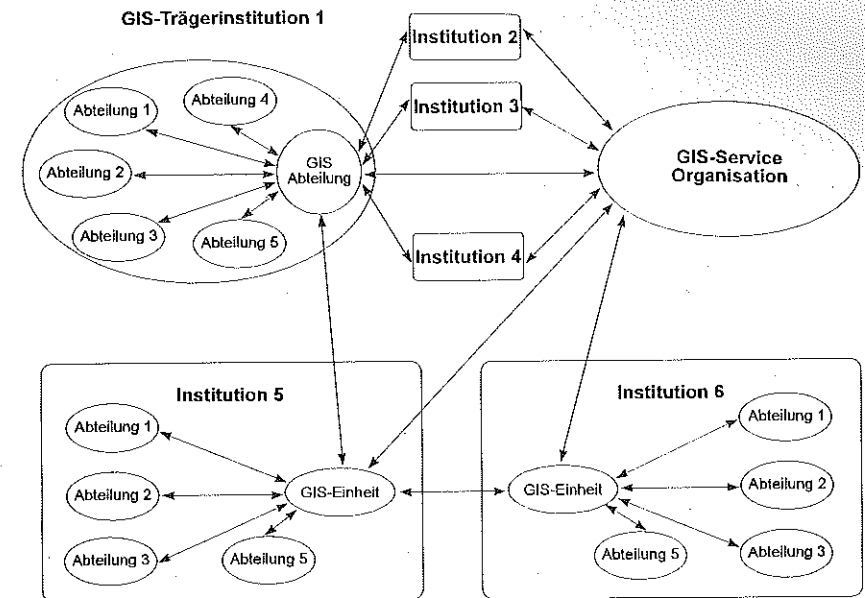


Abb. 4: GIS-Netzwerk

Einige Projektziele und GIS-Beiträge zur Zielerreichung wurden bereits in Kap. 2.1.1 beispielhaft dargestellt.

Ausgehend von den definierten Zielen müssen in der Regel komplexe Änderungen in der *Aufbau- und Ablauforganisation* der beteiligten Institutionen vorgenommen werden, damit der GIS-Einsatz erfolgreich ist. Häufig bedeutet dies Änderungen von Stellenbeschreibungen und Stellenplänen sowie Umschulung von Personal. Die Implementierung eines GIS bedingt in solchen Fällen daher auch einen erheblichen institutionellen Beratungsbedarf.

Ein GIS operiert als Teil einer Organisation innerhalb eines institutionellen Netzwerkes. Um erfolgreich arbeiten zu können, muß sowohl die Stellung des GIS innerhalb der Trägerorganisation als auch seine Einbindung in das institutionelle Netzwerk geklärt sein. Im folgenden wird dieser Fragenkomplex eingehender behandelt.

3.2.2 Trägerorganisation

Die Einbindung in die Trägerorganisation regelt im wesentlichen wo und mit welchen Aufgaben und Kompetenzen ein GIS innerhalb einer Organisation angesiedelt wird (Aufbauorganisation) und wie die Informations- und

Datenflüsse der Institution organisiert werden (Ablauforganisation). Ausgehend von den Zielen des GIS-Einsatzes sollten die notwendigen institutionellen Anpassungen sorgfältig geplant und schrittweise implementiert werden.

Der Zugang zu und der Besitz von Informationen ist eng verknüpft mit den Machtverhältnissen in einer Organisation. Die Implementierung eines GIS erfordert oft Änderungen der *Besitzverhältnisse* und der Verfügbarkeit bzw. der Zugänglichkeit von Informationen. Dieses bedeutet häufig eine schwerwiegende Störung der bestehenden Machtstruktur innerhalb der Institution. Kurzfristig kann es zu Kompetenzstreitigkeiten kommen, langfristig wird sich das interne Gefüge der Organisation verändern.

● Ablauforganisation

Vor der Implementierung eines GIS sollte gründlich analysiert werden, in welcher Form bisher Informationen verwaltet und Entscheidungen getroffen wurden. Ausgehend von den Zielen des GIS-Einsatzes muß danach geklärt werden, wie diese Aktivitäten zukünftig organisiert werden sollen.

Erfahrungsgemäß sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Der traditionelle, hierarchisch organisierte Informationsfluß innerhalb von Abteilungen verhindert oft einen effizienten GIS-Einsatz. Der horizontale Informationsaustausch über Abteilungsgrenzen hinaus muß gefördert werden (Informationsnetzwerk).
- Das GIS muß an zentraler Stelle in dieses Informationsnetzwerk eingebunden werden.
- Der Informationsaustausch muß zwar teilweise standardisiert werden, sollte aber nicht zu starr geregelt sein. Es muß auf jeden Fall verhindert werden, daß sich der Datenaustausch zur *Einbahnstraße* in Richtung GIS entwickelt. Alle Beteiligten sollten in gleicher Weise von dem neuen *Informationspool* profitieren können (keine Informationsmonopole).
- Zur Implementierung eines GIS gehört auch seine Einbindung in die Entscheidungsprozesse der Institution. Nur so kann sichergestellt werden, daß das GIS auch *genutzt* wird.
- Teile der abteilungsspezifischen Dokumentations-, Planungs- und Berichtsaufgaben können an die GIS-Abteilung delegiert werden.
- Die Implementierung eines GIS kann die Umstrukturierung einer Institution erleichtern, weil Widerstände gegen technische Innovationen und ihre Implikationen in vielen Entwicklungsländern weniger ausgeprägt sind als Vorbehalte gegen politisch-administrativ begründete Änderungen (Technologie-Gläubigkeit).
- Die Nutzerbedürfnisse müssen konsequent berücksichtigt werden.
- Prozesse zur Dezentralisierung von administrativen und technischen Entscheidungen sollten unterstützt werden.

● Aufbauorganisation (Organigramm)

Um sicherzustellen, daß ein GIS seine ihm zugedachten Aufgaben in dem institutionellen Informationsnetzwerk gerecht werden kann, ist es erforderlich, dieses hierarchisch auf der *richtigen* Ebene anzusiedeln. In Konfliktsfällen sollte es dem GIS-Manager möglich sein, die GIS-Interessen auch über die formalen hierarchischen Ebenen hinweg durchzusetzen. Um die Unabhängigkeit und Querschnittsfunktion des GIS nicht zu gefährden, sollte es nicht in einer *Fachabteilung* angesiedelt werden. Es bieten sich vielmehr Planungsabteilungen oder Stabsstellen an, die in direkter Beziehung zu den Führungskräften stehen. Dadurch wird auch die Einbindung in die Entscheidungsprozesse erleichtert.

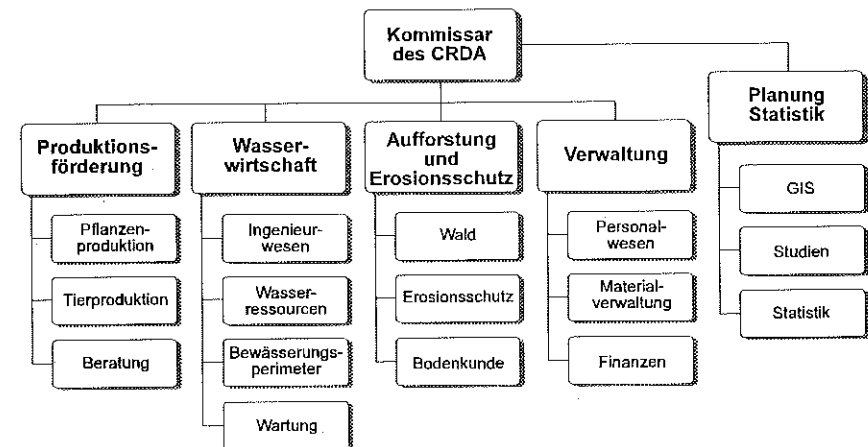


Abb. 5: Organigramm CRDA Bizerte

Im CRDA Bizerte, einer (regionalen) landwirtschaftlichen Entwicklungsbehörde, die alle relevanten Fachabteilungen der Region umfaßt, wurde das GIS in der Statistik- und Planungsabteilung (vgl. Abb. 5) angesiedelt. Der Abteilungsleiter ist gleichzeitig GIS-Manager. Da sowohl die Dokumentation als auch die Statistik in der gleichen Abteilung angesiedelt sind, liegt die zentrale Informationsverarbeitung der Institution in einer Hand. Kompetenzstreitigkeiten konnten so von Anfang an vermieden werden.



Bild 2: Datenerfassung für Arc/Info im Projekt EDIMO (CRDA Bizerte)

3.2.3 Institutionelles Umfeld

Die Vielfalt der benötigten Daten und der Zwang zur effizienten Nutzung der vorhandenen Informationen erfordern meistens das Zusammenarbeiten unterschiedlicher Organisationen beim Aufbau und Betrieb eines GIS. Dazu gehören nicht nur staatliche, sondern gegebenenfalls auch öffentliche, private und gemeinnützige Institutionen.

Der Analyse des vorhandenen institutionellen und fachlichen Umfeldes dient die **Beteiligtenanalyse**. Basierend auf deren Ergebnissen können die wichtigsten Partner eines GIS identifiziert und die notwendigen organisatorischen und institutionellen Vereinbarungen getroffen werden.

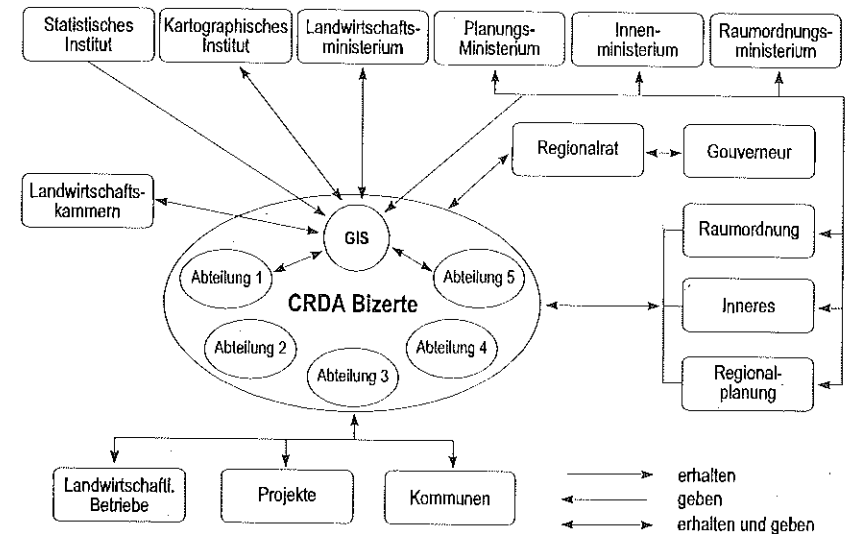


Abb. 6: Beteiligtenanalyse für das CRDA Bizerte

Die Abb. 6 zeigt beispielhaft Institutionen und ihre Verknüpfungen im Umfeld eines *Service-GIS* und eines regionalen *Institutionen-GIS*. Ausgehend von den Zielsetzungen der GIS-Einheit sollte systematisch überprüft werden, welche Institution welches Mandat besitzt und wo ihre Interessen liegen. Als nächstes sollte untersucht werden, welche Informationen sie zur Verfügung stellen kann und welche sie selbst benötigt. Danach muß - ausgehend vom Zielsystem - geprüft werden, ob die ausgewählte Institution als Träger des GIS wirklich geeignet ist oder ob vielleicht bessere Alternativen existieren. Es folgt die Bestimmung der wichtigsten Partner sowie die Identifizierung eventuell zu erwartender Widerstände und Probleme.

• Institutionelle Vereinbarungen

Nachdem festgestellt wurde, mit welchen Institutionen kooperiert werden soll, muß die Art und Weise der Zusammenarbeit zuverlässig geregelt werden. Wegen der in der Regel hochgradigen Bürokratisierung der Partnerländer sollten diese Kooperationsbeziehungen von Anfang an auf hohem Niveau formal institutionalisiert werden. Im einzelnen sollte immer festgelegt werden:

- Was sind die Ziele der Zusammenarbeit ?
- Welche administrative Einheiten und welche Personen müssen zusammenarbeiten ?
- Welche Informationen werden in welcher Form geliefert ?
- Wie häufig werden Daten ausgetauscht ?
- Ist die Nutzung der Daten eingeschränkt (Datenschutz, Copyright) ?
- Welche Kosten entstehen wofür und wie werden sie gedeckt ?

In der Praxis lassen sich unterschiedliche Formen der Institutionalisierung der Zusammenarbeit beobachten. Sie reichen von bilateralen Vereinbarungen zwischen Organisationen (Konventionen) über Arbeitsgruppen bis hin zu *Steering Committees*, die sich aus hochrangigen Vertretern der beteiligten Institutionen zusammensetzen.

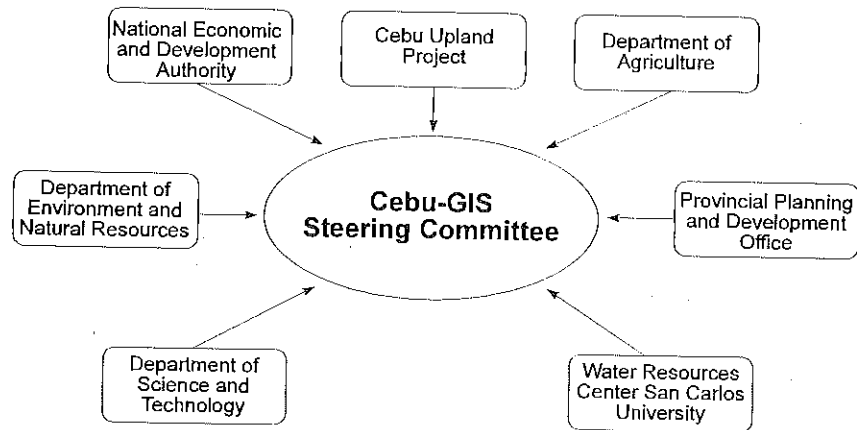


Abb. 7: Beispiel für ein GIS Steering Committee (Aufbau für das Cebu-GIS)

Das *Steering Committee* für das Cebu-GIS (vgl. Abb. 7) setzt sich aus Repräsentanten von regionalen Behörden zusammen, die als Nutzer und/oder Datenlieferanten des GIS identifiziert wurden. Der Vorsitzende des Gremiums wird vom Gouverneur ernannt.

Oft ist die mangelnde Leistungsfähigkeit eines wichtigen Partners ein ernsthaftes Problem für den Aufbau und den Betrieb eines GIS. Je nach Umfang und Bedeutung des GIS sollte die Schaffung eines leistungsfähigen institutionellen GIS-Netzwerks als Bestandteil der GIS-Implementierung selbst erwogen werden.

4 Daten

Daten sind der mit Abstand teuerste Teil eines Geographischen Informationssystems. Schätzungen reichen von 50% bis 90% der Gesamtkosten. Sie bilden damit einen Engpaß beim Aufbau eines GIS-Projektes. Angesichts des notwendigen Kosten- und Zeitaufwandes kann die Gefahr bestehen, daß die Datenerfassung zum Endzweck wird und die ursprünglich beabsichtigte Datenaufbereitung und -analyse in den Hintergrund gerät. Andererseits ist eine kritische Masse an Daten erforderlich, um eine Analyse überhaupt durchführen zu können. Die in einem GIS zu verarbeitenden Daten umfassen sowohl Geometrie- als auch Sachdaten.

4.1 Datenquellen

Geometrische Daten, die sich als Punkte, Linien und Flächen darstellen lassen, werden immer in einem speziellen Koordinatensystem (z.B. im Gauß-Krüger- oder im UTM-System) abgelegt. Dieses steht im Gegensatz zur relativen Verortung in einem CAD-System.

Trotz zunehmender Bestrebungen hin auf eine stärkere Standardisierung **physisch-geographischer Karten** ist man von allgemeingültigen Vereinheitlichungen der Kartenlegenden und Kartensymbole noch weit entfernt. Relativ weit fortgeschritten ist die Standardisierung bei der kartographischen Darstellung geologischer und klimatologischer Karteninhalte. Entsprechende Vereinheitlichungen für Vegetations- und Landnutzungskarten sind hingegen noch nicht in Sicht. Bodenkarten in Entwicklungsländern benutzen (je nach Land) lokale Klassifikationssysteme, die FAO-Klassifikation oder die amerikanische bzw. französische Systematik.

Sozio-ökonomische Daten stammen meist aus Statistiken und eigenen Erhebungen im Projekt und kommen daher häufig in Tabellenform vor. Zunehmend kann dabei inzwischen auf bereits bestehende Datenbanken zurückgegriffen werden. Ein verbreitetes *Handicap* beim Einsatz dieser Daten ist ihre geringe räumliche Aussagekraft. Häufig kann erst durch die Verknüpfung mit anderen Informationen eine genaue Verortung erfolgen. Als räumliche Einheiten dienen administrative Grenzen und spezielle statistische Bezirke. In einigen Ländern sind diese Daten nur in relativ hoch aggregierter Form verfügbar. So erlaubt zum Beispiel die Distriktebene nur eine grobe topographische Zuordnung. Andererseits verfügen einige Entwicklungsländer über ein gut ausgebautes Zensusystem (z.B. Indien oder Philippinen), das sehr detaillierte Daten bis herunter auf die Dorfebene erfaßt.

Die **Vermessung** dient zur Geländeaufnahme von Flächen sowie zur Aktualisierung von Datenbeständen. Insbesondere anthropogene Veränderungen, aber auch zum Beispiel Hangrutschungen und Küstenverläufe werden vermessen. Je nach Genauigkeitsanforderungen ersetzen satellitengestützte Positionsbestimmungen zunehmend die Arbeiten mit Theodoliten/Tachymetern.

Meßstationen liefern über einen längeren Zeitraum eine Menge Daten, die *stellvertretend* für eine ganze Region stehen. Sie können jedoch über Interpolationsvorgänge zu flächendeckenden Informationen führen. Damit liegen die Probleme weniger bei der Dateneingabe als im methodischen Bereich der Verarbeitung. **Totalstationen**, das sind rechnergesteuerte elektronische Tachymeter, und **elektronische Feldbücher**, gewährleisten den kompletten **digitalen** Datenfluß bei der großmaßstäbigen Datenerfassung.

Die Anwendung von **Global Navigation Satellite Systems (GNSS)** wird sich zu einer wichtigen Datenquelle für GIS-Daten entwickeln, da hierdurch unabhängig von Witterungseinflüssen, Karten, Festpunkten und zeitlichen Randbedingungen genaue Positionsbestimmungen in Lage und Höhe vorgenommen werden können. Weltweit stehen zur Zeit zwei Satellitensysteme zur Verfügung:

- GPS (*Global Positioning System*) der USA, Endausbau mit 24 Satelliten bis Ende 1993
- GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) der GUS, Endausbau mit 24 Satelliten bis Ende 1995

Das aufgrund der Satellitenkonstellation und der Empfängertechnologie am weitesten entwickelte System ist das **GPS**. Die hiermit zur Zeit erreichbaren Positionsgenauigkeiten können in drei Genauigkeitsklassen bzw. Anwendungsbereiche eingeteilt werden:

Stufe	Verfahren	Genauigkeit
1	Standard GPS	100 - 15 m
2	Differential GPS (DGPS)	5 - 1 m
3	DGPS mit <i>Postprocessing</i>	cm-mm

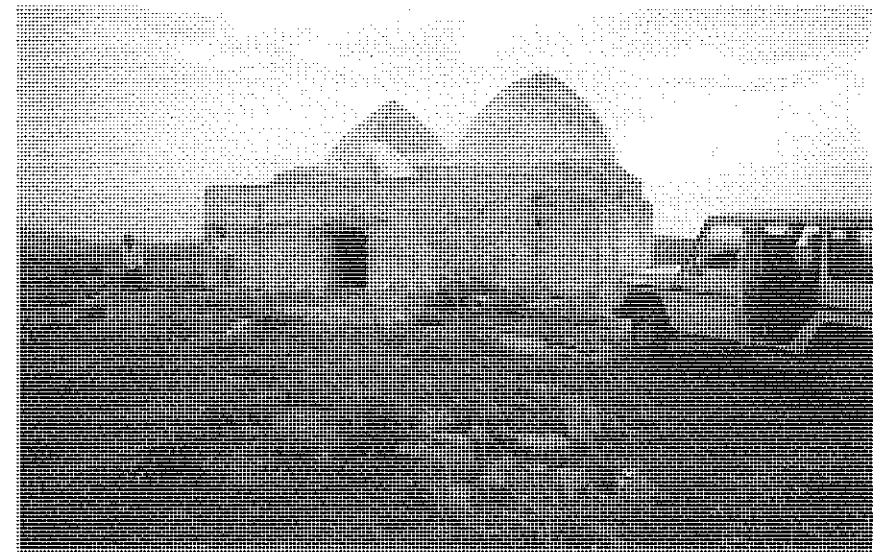


Bild 3: Einrichtung einer Basisstation (Grabnal) für differentielle GPS-Messungen im Projekt ODESYANO / Tunesien

Bereits die GPS-Kleinstempfänger - mit einem Gewicht von zum Teil unter 500 g - ermöglichen für viele Anwendungszwecke ausreichende Lage- und Höhengenaugkeiten. Sie können außerdem für Navigations- und *Tracking*-Aufgaben verwendet werden. GPS-Daten können zusammen mit Attributdaten abgespeichert werden oder mit Geländegeräten und/oder anderen Meßverfahren (z.B. Altimeter, Fahrzeug-Radsensoren, Navigationsinstrumenten, Feldspektrometer u.a.m.) verknüpft werden. Zu berücksichtigen ist, daß GPS-Empfänger für die flächenhafte Erfassung nicht geeignet sind. In Datenlogger werden kontinuierlich Positionsdaten abgespeichert, während zum Beispiel das sie transportierende Fahrzeug das Untersuchungsgebiet abfährt. Hierbei können Linienzüge aufgenommen werden.

Bilddaten können im wesentlichen nach zwei Prinzipien unterschieden werden: Aufnahmeplattform oder Aufnahmeart. In den meisten Fällen werden Satellitenbilddaten digital und Flugzeugaufnahmen analog geliefert. *Luftbilder* werden zur Ableitung topographischer und thematischer Information in Maßstäben zwischen 1:1.000 und 1:50.000 genutzt. Es kommen dabei sowohl analoge als auch digitale Verfahren zur Anwendung. Während im Flachland Einzelbilder zur Auswertung genügen, werden in stärker reliefiertem Gelände Stereoaufnahmen für die photogrammetrische Auswertung

benötigt. Mittlerweile gibt es sehr aufwendige Arbeitsstationen, die in der Kombination von digitaler Stereoauswertung und GIS arbeiten. Da mittels der Photogrammetrie auch Höhendaten ermittelt werden können, ist sie der Hauptdatenlieferant für **Digitale Höhenmodelle**.

Fernerkundungsaufnahmen vom Satelliten bilden heute die wichtigste Quelle digitaler Bilddaten. Sie haben den Vorteil, daß alle mit der Analog-Digital-Wandlung verbundenen Schwierigkeiten hier vermieden werden. Fernerkundungsdaten werden überwiegend zur Aktualisierung physisch-geographischer Informationen und als wichtiges Hilfsmittel bei der Herstellung topographischer Karten eingesetzt. In Entwicklungsländern bilden sie häufig die einzig zugängliche Form räumlicher Daten. Landsat-TM- und SPOT-Daten (Bodenpixelgröße: 30 m bzw. 10 m) werden in einer so hohen geometrischen Qualität geliefert, daß sie in vielen Anwendungsfällen einen *Kartenersatz* im Maßstabbereich 1:200.000 bis 1:25.000 darstellen.

Ein weiterer Vorteil von Fernerkundungsdaten ist die große Fläche, die mit einer einzigen Aufnahme abgedeckt wird (z.B. 3.600 km² bei SPOT, 32.400 km² bei Landsat-TM und 17,6 Mio. km² bei NOAA). Eine Übersicht der unterschiedlichen Satelliten und der aus ihren Daten ableitbaren Informationen ist im Anschluß an Kapitel 4.5. gegeben. Die Hauptschwierigkeiten für (automatische) Auswertungen liegen in der Interpretation und eindeutigen Klassifizierung der Bilder. Die Trefferquote liegt hier je nach Anwendungsgebiet zwischen 60% und 95%.

Da Daten den kostenträchtigen Teil eines GIS darstellen, ist es daher besonders wirksam, mit Einsparungskonzepten hier anzusetzen. Die vielleicht eleganteste Möglichkeit, Kosten einzusparen, ist die gemeinsame Nutzung von Datenbeständen. In diese Richtung zielen die GRID-Zentren (vgl. Kap. 2.2.1). Bei kleinräumigen Projekten, für die man überwiegend detailliertere Daten benötigt, ist man jedoch meist auf sich alleine gestellt. Abb. 8 gibt einen Überblick über die verschiedenen Datenquellen und -typen für ein GIS.

GIS-DATENTYPEN

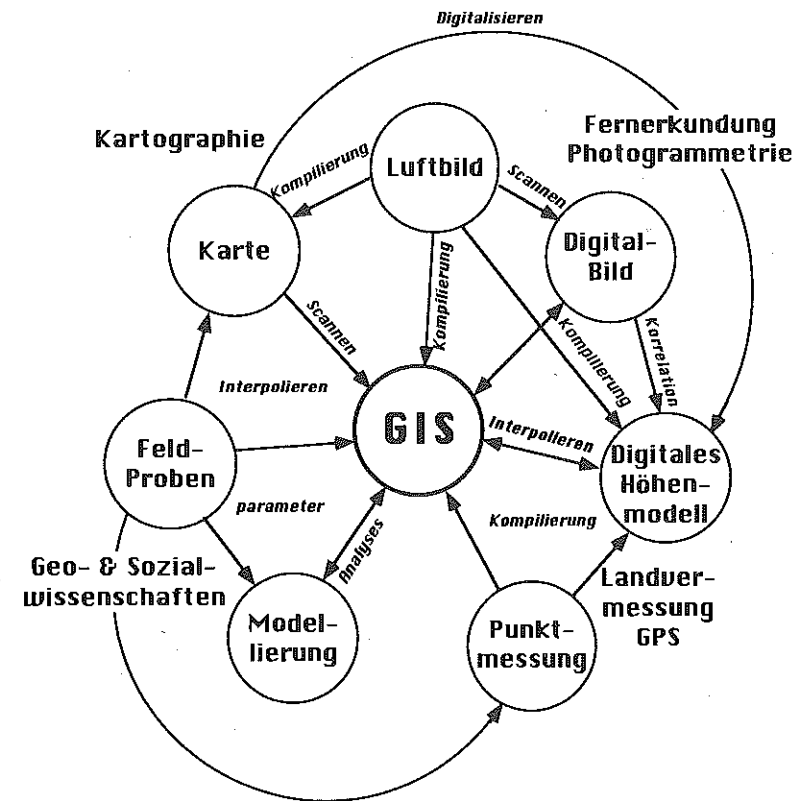


Abb. 8: Datentypen im GIS. Die Pfeile stellen mögliche Konvertierungsstrategien dar. (aus: Ehlers 1992)

4.2 Dateneingabe

Die **Datenkonvertierung** seitens des Anwenders ist immer noch vorherrschend, obwohl zum Teil aktuelle Daten aus allen Teilen der Welt von kommerziellen Anbietern oder staatlichen Institutionen erhältlich sind. Für die Konvertierung durch den Anwender sprechen einige Gründe:

- Das eigene Personal kennt die Situation und die Zielanwendung am besten und ist daher auch die beste Kontrollinstanz.
- Unvorhergesehene Fragen können so schnell und kompetent entschieden werden.
- Karten oder Daten, die zusätzlich benötigt werden, sind im eigenen Hause oder im institutionellen Umfeld zu beschaffen.

Der Hauptnachteil liegt in der Beschäftigung der Mitarbeiter, wenn das Projekt (oder zumindest die Datenerfassung) abgeschlossen ist. Es ist daher von Fall zu Fall abzuschätzen, ob trotz der o.g. Gründe die Datenaufnahme durch die Vergabe von Aufträgen an Fremdanbieter nicht günstiger ist.

Die Dateneingabe in Form **manueller Digitalisierung** ist sehr arbeitsintensiv und fehlerbehaftet. Sie ist aber eine weit verbreitete Methode der Dateneingabe. Als Vorlage dienen Karten oder Photos, die flach auf die Oberfläche des Digitalisiertablettes oder -tisches plaziert werden. Ein Sensor wird über die Oberfläche geführt und die Position als x,y-Koordinate interpretiert. Punkte werden durch Positionieren einer Fadenkreuzlupe manuell eingegeben. Die technische Genauigkeit ist, außer bei absoluten Billiggeräten, besser als $\pm 0,1$ mm und übertrifft damit die Positioniergenauigkeit des Menschen.

Alle Vorlagen sind mehr oder weniger verzerrt. Diese Verzerrung wird durch Transformationen ausgeglichen. Nachdem die Digitalisiervorlage auf der Unterlage befestigt ist, werden Referenzpunkte, deren exakte *geographische* Koordinaten bekannt sind, digitalisiert. Aus diesen wird dann eine Transformationsgleichung ermittelt, die im Anschluß auf alle zu digitalisierenden Punkte angewendet wird (Geocodierung).

Eine häufige **Fehlerquelle** ist die angebliche Realität einer Karte. Jede Karte ist jedoch aufgrund des Generalisierungsprozesses selbst nur eine ungefähre Wiedergabe der Situation, die als Kompromiß mit anderen Faktoren, wie z.B. besserer Lesbarkeit, entstanden ist. Beispiele sind überbreite Straßensignaturen oder die nicht lagetreue Wiedergabe von Einzelsignaturen.

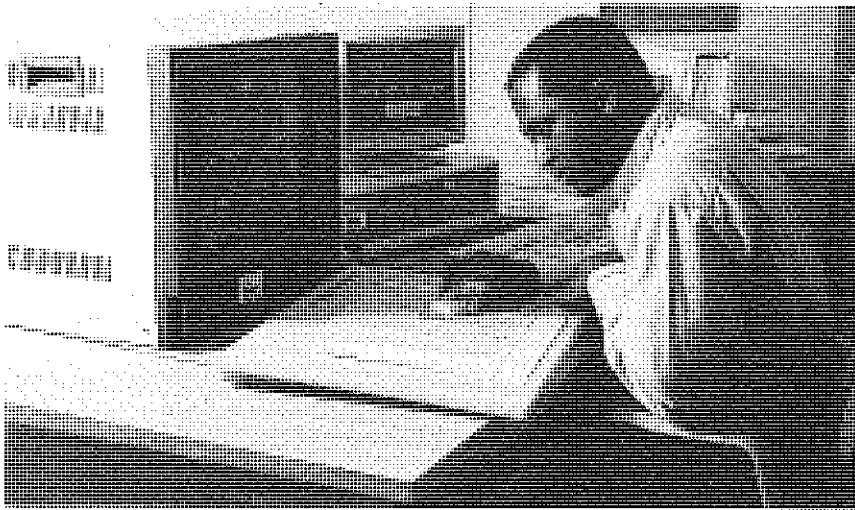


Bild 4: Kartendigitalisierung in einem GTZ-Projekt im Süd-Benin

Bei der Genauigkeit wird in **Lagetreue** und **inhaltlicher Korrektheit** unterschieden. Karten haben, wenn sie professionell erstellt wurden, eine Lagegenauigkeit von ca. 0,5 mm. Der gleiche Wert muß für die Einpassung der Karte auf dem *Digitizer* kalkuliert werden. Dazu kommt dann noch der durchschnittliche (manuelle) Digitalisierfehler. Die Multiplikation dieser Summe mit der Maßstabszahl ergibt die höchst mögliche Lagetreue der GIS-Daten (z.B. 120 m bei 1:100.000). Dieser *Idealwert* wird jedoch nur selten erreicht. Generell ist jede Digitalisierung von Karten mit kleineren Maßstäben als 1:5.000 aufgrund der inhaltlichen Generalisierung und Verdrängung problematisch hinsichtlich der Genauigkeitsanforderungen von Geodäten (z.B. für Kataster). Für die meisten Anwendungen in Projekten der TZ ist diese Genauigkeit jedoch ausreichend.

Die zur Verfügung stehenden Datenquellen stammen darüber hinaus selten aus dem gleichen Zeitraum. Das führt z.B. dazu, daß Straßen scheinbar plötzlich an Kartenrändern aufhören oder Landschaftseinheiten beim Übergang von einem Kartenblatt zum nächsten die ihnen zugeordnete Kategorie wechseln, weil sie von unterschiedlichen Teams aufgenommen und bewertet wurden. Der Einsatz von GIS hat auf administrativer Seite ja gerade den Zweck, solche Unstimmigkeiten zu beheben. Solange aber der Nutzer noch selbst auf die Analog-Digital-Wandlung angewiesen ist, wird er auch mit diesen Unzulänglichkeiten zu kämpfen haben.

Komplizierter ist die Ermittlung der Genauigkeit von **Attributdaten**. Bezeichnungen von Kategorien wie *Bodentyp* oder *Gewerbeklassifikation* sind selten scharf definiert und noch seltener als solche hundertprozentig ausgeprägt. Die meisten dieser Werte sind mit einem Ungenauigkeitsfaktor behaftet, der sie zu *fuzzy information* (d.h. zu Informationen, die einer subjektiven Bewertung unterliegen) macht. Ähnlich verhält es sich mit den Übergängen von einer Kategorie zu einer benachbarten. Manche Grenzen, wie z.B. zwischen Vegetationseinheiten, lassen sich in der Natur nicht als Linie, sondern bestenfalls als Zone kartieren. Auch hier fehlt den meisten Daten die sie beschreibende Zusatzinformation (*Metainformation*), wie z.B. Herkunft, Aufnahmeschlüssel oder Qualität. Hinzu kommt, daß es bisher noch kein System gibt, das die Verarbeitung solcher Informationen hinreichend unterstützt.

Die Bildinterpretation besteht nicht nur aus dem Erkennen einzelner Objekte, sondern darüber hinaus aus der Erfassung räumlicher und landschaftsgenetischer Zusammenhänge. Dies wird auf absehbare Zeit ein interaktiver Prozeß zwischen Mensch und Maschine sein, da die Interpretation kein mechanischer Vorgang ist, der sich in Algorithmen fassen läßt.

Wichtig für alle Projekte, die Karten oder Fernerkundungsdaten benötigen, ist die **Bestandsaufnahme**, welche Daten schon für das jeweilige Einsatz-

gebiet vorhanden sind. Hier sollte man zunächst Kontakt mit den zuständigen Vermessungsbehörden aufnehmen, um einen Index der vorhandenen Karten und erfolgten Befliegungen zu erhalten. Häufig lohnt sich auch die Nachfrage bei Privatfirmen und einschlägigen Institutionen der ehemaligen Kolonialmächte.

Zur automatischen Analog-Digital-Wandlung von Karten und analogen Bildern wird vermehrt der Gebrauch von **Scannern** (Rasterabtastern) propagiert. Sie digitalisieren eine analoge Karten- oder Bildvorlage in eine Pixelmatrix hoher Auflösung. Um die Datenmengen zu reduzieren, werden Datenkompressionsverfahren eingesetzt, die eine Minderung auf ca. 10% bringen können. Da aber auch Dateien in der Größenordnung von mehreren MByte noch so manchem System Schwierigkeiten bereiten, wird intensiv an Verfahren zur automatischen Vektorisierung dieser Dateien gearbeitet. Eine vollständig fehlerfreie Vektorisierung ist heute noch nicht möglich, eine manuelle Nachbereitung ist deshalb immer erforderlich.

Trotz massiver Anstrengungen auf der Hard- und Softwareseite erzielen gescannte Karten immer noch nicht den gewünschten Rationalisierungseffekt. Zwar ist die Genauigkeit häufig größer als bei per Hand digitalisierten Karten, der anschließende Editierungsaufwand bleibt jedoch hoch. Ein häufiges Einsatzgebiet gescannter Karten liegt heute in der Funktion als **Basis-Karte**, bei der am Bildschirm die thematische Information in Vektorform über die hinterlegte Rastergraphik digitalisiert wird.

4.3 Datenhaltung

Es gibt GIS mit integrierten Sachdatenbanken, während andere Hersteller für die Attributdatenverwaltung kommerzielle Datenbanken wie *dBase* oder *Oracle* verwenden. Letzteres ist vor allem dann für den Anwender interessant, wenn im Hause schon ein Datenbanksystem genutzt wird. Das GIS ist dann vor allem ein Visualisierungs- oder Analysewerkzeug.

Eine der schwierigsten Aufgaben in einem GIS-Projekt ist das **Datenbank-Design**. Es sollte einen Überblick über die Gesamtheit der Daten ermöglichen, so daß Interdependenzen der einzelnen Elemente ausgewertet werden können. Fehler, die während dieser entscheidenden Anfangsphase gemacht werden, können dazu führen, daß vorhandene Auswertungsmodule des GIS nicht angewendet werden können oder enorme Kosten beim notwendigen Re-Design entstehen. Folgende Punkte sollten beim Datenbank-Design berücksichtigt werden:

- Wo werden die Daten gespeichert ?
- Wie groß wird die Datenbank werden ?
- Wie schnell müssen Datenbankzugriffe erfolgen ?
- Sind Veränderungen/Erweiterungen voraussehbar ?
- Wie soll die Datenbank (logisch/räumlich) aufgeteilt werden ?
- Welche Sicherheitsanforderungen sind zu berücksichtigen ?
- Sollte die Datenbank zentral oder dezentral angelegt sein ?
- Wie sind die Verantwortlichkeiten (für Definition, Format, Genauigkeit, Dokumentation, Zeitplan) verteilt ?

Die Dateneingabe erfolgt in zunehmendem Maße durch Übernahme von Daten aus anderen Systemen und Datenbanken. In letzter Zeit gehen GIS-Anbieter vermehrt dazu über, auch Daten zu verkaufen. In den meisten Fällen müssen diese Daten dann aber in irgendeiner Form *gewandelt* werden. Wenn mehrere Quellen zur Verfügung stehen, sollten folgende Punkte bei der Auswahl berücksichtigt werden:

- Datenmodell
- Format
- Projektion
- Medium
- Maßstab
- Genauigkeit
- Kosten
- Zeitpunkt der Verfügbarkeit
- Ausgabemaßstab

Daten werden immer für einen speziellen Zweck erhoben. Ihr Informationsgehalt ist davon abhängig und spiegelt den Zweck wider. Eine Straße ist für ein Transportunternehmen etwas anderes als für einen Naturschützer. Sie werden das Realobjekt **Straße** also in verschiedener Weise als Datenbankobjekt implementieren. Die zugrunde liegende Konzeption ist deshalb gerade für Fremdanwender wichtig zur Einschätzung der Brauchbarkeit der Daten. Leider ist die Erfassung solcher **Metainformationen** immer noch nicht üblich.

4.4 Datenpräsentation

Bei der Präsentation der im GIS vorhandenen Daten, insbesondere der im GIS erzeugten Datenverschneidungen, bieten sich folgende Ausgabeformen an:

- Schnellausgabe als *Quick-Look* (in S/W oder Farbe)
- Qualitätsausgabe von Karten über Trommel- und Flachbettplotter (zur

Herstellung von druckreifen - auch großformatigen - kartographischen Produkten)

- Tabellarische Ausgaben
- Präsentation über Visualisierungssoftware (z.B. *ArcView*)
- Präsentationsgraphik (z.B. Schaubilder, 3D-Bilder)
- Erzeugung von Bildkarten (Bilddarstellung mit überlagerter Vektorinformation)
- Multimediale Ausgabe (z.B. als Videosequenzen)

Bei der gebräuchlichsten Form der Datenausgabe, der Herstellung von thematischen Karten, sollten geeignete themakartographische Methoden zur Datenpräsentation angewendet und Grundprinzipien der Kartengestaltung beachtet werden. Zum **Kartendesign** gehört die ansprechende Gestaltung des Kartenblattes mit Hervorhebung von Kartentitel, Erläuterung des thematischen Inhalts, die Verwendung eines Orientierungsgerüsts (z.B. durch Koordinatenangaben) und die sinnvolle Platzierung von Kartenformalia (Maßstab, Nordpfeil, Quellenangabe u.a.m.). Beim Kartentwurf sollte beachtet werden, daß nicht zu viele Themen in einer Karte überlagert werden. Gegebenenfalls müssen Themenschichten in einer *komplexen* Darstellung unter Bildung von neuen Bewertungsklassen in eine *synthetische* Karte überführt werden. Zur besseren Lesbarkeit des Kartenbildes empfiehlt sich die Verwendung von kontrastreichen Farbabstufungen oder *gegenläufigen* Farbskalen, die Freistellung von Schriften in Farb- oder Rasterflächen und bei der Überlagerung auf Strichelementen sowie die Verwendung von serifenfreien Schriften.

4.5 Datenqualität / Datenverfügbarkeit

Mangelnde Qualität und mangelnde Verfügbarkeit planungsrelevanter Daten sind zwei der Hauptprobleme beim Aufbau eines GIS in einem Entwicklungsland. Bei der **Datenqualität** lassen sich verschiedene Teilaspekte unterscheiden:

- Räumliche Genauigkeit (Lagegenauigkeit)
- Inhaltliche Genauigkeit (Zuverlässigkeit)
- Aktualität der Daten
- Datenkonsistenz
- Kartenmaßstab

In den meisten Projekten beginnt das Datenproblem bereits mit der Beschaffung der sogenannten **Basiskarte**, die als topographische Grundlage für alle zu erstellenden thematischen Karten benötigt wird. Häufig liegen hierfür nur veraltete topographische Karten vor. Diese Karten sind zwar hinsichtlich der Geländetopographie (z.B. Relief und Gewässernetz) oft recht genau, die Informationen zu Infrastruktur, Siedlungen usw. sind jedoch meist veraltet.

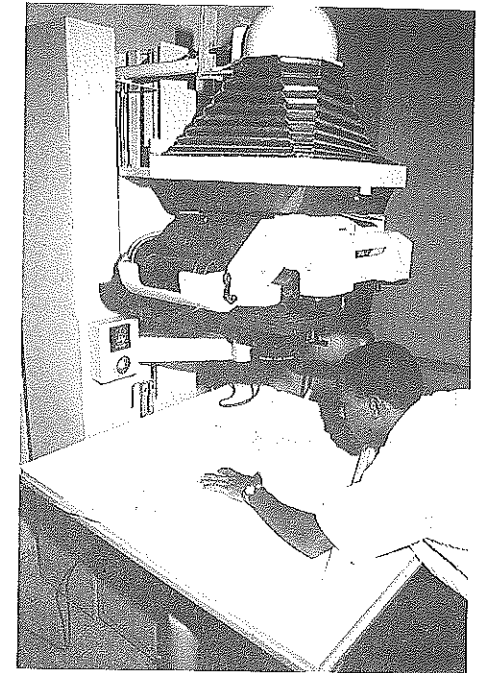


Bild 5: Prüfung der Datenqualität

Projekte gehen deswegen zunehmend dazu über, zunächst mit Hilfe hochauflösender Satellitenbilder eine Aktualisierung der Siedlungen und Infrastruktur durchzuführen.

Bei **thematischen Karten** ist zwischen normalen amtlichen Karten einerseits und speziell für das Projekt erstellten Karten andererseits zu unterscheiden. Bei den amtlichen Karten bereiten thematische Karten mit wenig veränderbaren Karteninhalten (z.B. Bodenkarten oder geologische Karten) die geringsten Qualitätsprobleme. Karten mit mehr dynamischen Karteninhalten (z.B. zur Landnutzung) sind hingegen meist wenig zuverlässig, inkonsistent oder veraltet.

Die im Rahmen eines Projektes erstellten Karten weisen fast immer einen oder mehrere der folgenden Mängel auf:

- Die Kartierungsarbeiten werden nicht flächendeckend durchgeführt.
- Die Datenaufnahme wird unzureichend oder überhaupt nicht dokumentiert.
- Der Kartenmaßstab ist ungeeignet.

Insgesamt ist daher davon auszugehen, daß thematische Karten nicht direkt in eine GIS-Datenbank übernommen werden können. In den meisten Fällen wird es vielmehr notwendig sein, die Karten zunächst inhaltlich zu überprüfen, zu korrigieren, zu generalisieren und anschließend zunächst von Hand auf eine gemeinsame Basiskarte zu übertragen; erst danach können die Karten durch Digitalisierung in die GIS-Datenbank übernommen werden.

Auch bei **statistischen Daten** kann zwischen offiziellen (amtlichen) Statistiken und projektintern gesammelten Daten unterschieden werden. Amtliche Statistiken sind in Entwicklungsländern häufig wenig zuverlässig und/oder veraltet. Darüber hinaus sind sie oft nur in höher aggregierter Form (z.B. auf Distriktebene) verfügbar, nicht aber in der für die meisten Projekte benötigten kleinräumigen Auflösung (z.B. Dorfebene). Projektintern gesammelte Statistik-Daten werden häufig durch Fragebögen erhoben. Ebenso wie die projektintern erstellten Karten sind auch diese Datenerhebungen oft wenig konsistent oder nur unzureichend dokumentiert.

Ein weiteres, von Land zu Land recht unterschiedliches Problem besteht in der **Datenverfügbarkeit**. Probleme bereitet hierbei in vielen Fällen bereits das Ausfindigmachen der verfügbaren Daten. Auch der eigentliche Zugriff auf die Daten ist häufig schwierig. Aus verschiedenen, meist aber militärischen Gründen wird der Zugang zu Karten und insbesondere Luftbildern oft sehr restriktiv gehandhabt.

Tabelle: Häufig benötigte Informationen und potentielle Informationsquellen in verschiedenen Projektphasen von LRE- und Ressourcenmanagementprojekten (Projektgebietsgröße 300 bis ca. 10.000 km²)

HÄUFIG BENÖTIGTE INFORMATIONEN & POTENTIELLE INFORMATIONSQUELLEN / VISUALISIERUNGSMEDIEN IN VERSCHIEDENEN PROJEKTPHASEN VON LRE- UND RESSOURCENMANAGEMENTPROJEKTEN (300 BIS 10.000 KM²)

„Potentielle Informationsquellen / Visualisierungsmedien“

1 Projektphase	2 Arbeitsschritt/ Aktivität	3 typische Arbeitsziele	4 häufig benötigte Informationen	5 Arbeitsmaßstäbe	6 topogr./ themat. Karten		8 Statistische Daten		10 projekt- bezogene Vermessungs- arbeiten	11 Projekt- daten- bank	12 Luft- bilder	13 Landsat 1 - 5		15 Landsat 6		17 Spot 1 + 2		19 KFA- 1000	20 Global Positioning System (GPS)	21 Digitale Karten / Daten aus nationalen / internationalen Daten- banken	22 Anmerkungen		
					vorhandene amtl. Karten	projekt- bezogen erstellte Karten	amtl. Statisti- ken	Projekt surveys				MISS	TM	Pan	TM	Pan	XS						
Projektvorlauf- phase	Proj.-Identifizierung & Projekt-Planung	Auswahl und Abgren- zung des Projektgebietes	Basiskarte (Topogra- phie, administrative Grenzen, Infrastruktur und Straßennetz)	1:25 000-1:100 000 (je nach Größe des Gebietes)	X						X		O	X	O	X	O	X	X	(X)	digitale Karten aus Datenbanken bis- her meist nur in sehr kleinen Maßstä- ben (≤ 1:500 000) erhältlich		
			aktuelle Landnutzung	1:10 000-1:100 000	X	X							X	O	X	O	X	O	O	O	X	(X)	digitale Karten aus Datenbanken bis- her meist nur in sehr kleinen Maßstä- ben (≤ 1:500 000) erhältlich
Orientierungsphase	allgemeine Datensammlung	Erstellung einer Arbeitskarte für das Projektgebiet	Basiskarte und ergän- zende Information	1:10 000-1:100 000	X	X					(O)		O	X	O		O	X	X				
			aktuelle Landnutzung	1:25 000-1:100 000	(X)	X						(X)		O	X	O	X	O	O	O			
			Bodenkarte	1:25 000-1:100 000	(X)	X						X		X	X		X	O	O	O		(X)	häufig nur Klimadaten für einzelne Stationen
			Klimakarten	1:100 000-1:250 000	X		X															(X)	
		Sozioökologischer 'Baseline Survey'	Statistische Daten (Bevölkerungszahlen, Betriebsgröße, Ernte- erträge, Einkom- men, etc.)	nicht anwendbar	X		(X)	X			O			O		O		O					
		Studie/Karten über Besitz und Eigentums- verhältnisse	Katasterinformationen	1:5 000-1:100 000	(X)	O					O			O		O		O		(X)	digitale Katasterdaten z.Zt. in Ent- wicklungsländern kaum erhältlich		
	Datenaggregation und -auswertung	Regionaler Entwick- lungsplan (LRE-Pro- jekte)	verschiedene themati- sche Karten und stati- stische Daten	1:50 000-1:100 000	(X)	X	(X)	X															
		Ressourcenmanage- mentplan (RM-Projek- te)	verschiedene themati- sche Karten	1:50 000-1:100 000	(X)	X		X															
Implementierungs- phase	Planung und Durch- führung konkreter Maßnahmen	Verbesserung der ländlichen Wasser- versorgung	Basiskarte/Luftbild	1:2 000-1:10 000	(X)	X			X		(X)								X			Planung häufig auf Luftbildvergröße- rungen	
			Reliefinformation	1:5 000-1:10 000	(X)	X						(X)											
			Wassereinzugsgebiete	1:5 000-1:10 000	(X)	X						(X)											
		Erosionsschutz & Auf- forstungsmaßnahmen	Basiskarte/Luftbild	1:10 000		X			X		X								X			Planung häufig auf Luftbildvergröße- rungen	
		Straßen-/Wegebau	Basiskarte/Luftbild	1:5 000-1:20 000	(X)	X			X		X											Planung häufig auf Luftbildvergröße- rungen	
	Projekt M&E	Dokumentierung & Evaluierung der unter- stützten Maßnahmen (Aktivitätsmonitoring)	statistische Daten über Projektaktivitäten	nicht anwendbar		O				X												Darstellung l.a. als Tabellen und / oder als kleinmaßstäbige thematische Karten	
	'Impact-Monitoring'	Evaluierung der Pro- jektauswirkungen	statistische Daten über Projektaktivitäten und Projekt-inputs	nicht anwendbar				X		X													
			statistische Daten über sozio-ökonomische Parameter	nicht anwendbar			X	X		X													
	'Umwelt-Monitoring'	Erfassung und Auswir- kung von ökologi- schen Prozessen (z. B. Einwaldung, Erosi- on/Desertifikation)	aktuelle Landnutzung	1:50 000-1:100 000							(X)		X		X		O						
			Erosionsgrad	1:50 000-1:100 000							(X)			O		O		O					
	PR-Arbeit / Visualisie- rung	Information von Ent- scheidungsträgern über Projektfortschritt	Art und Umfang und räumliche Verteilung von Projektunterstüt- zten Maßnahmen	1:50 000-1:250 000		X				X	X											Darstellung häufig als vereinfachte thematische Karte in Din A4 Format als Teil eines Projektfort- schrittsberichtes	
		Information der Ziel- gruppe(n)	Luftbildvergröße- rungen des jeweiligen Gebietes	1:10 000-1:50 000						X	X			X		X		X					
		Projektplanungsdis- kussion mit Projekt- mitarbeitern	Übersichtskarten, ver- schiedene thematische Karten und statistische Daten	1:25 000-1:100 000		X				X	X			O		O		O				Visualisierung thematischer Informa- tionen auf Satellitenbildern häufig anschaulicher Karten	

Legende: X = gut geeignet
O = bedingt geeignet
() = Daten häufig nicht vorhanden,
veraltet, zu ungenau oder in zu kleinen Maßstäben

Abkürzungen: MSS = Multispectral Scanner
TM = Thematic Mapper (nur Landsat 5 und 6)
Pan = Panchromatischer Modus
XS = Multispectral Modus
M&E = Monitoring & Evaluation

5 Hard- und Software

5.1 Funktionalitäten von GIS

An GIS werden folgende generelle Anforderungen (vgl. u.a. *Brassel 1987*) gestellt:

- Verwaltung von großen Mengen räumlich indizierter Objekte
- Abfragen von Datenbeständen hinsichtlich Existenz, Position und Eigenschaften von raumbezogenen Objekten
- Interaktion bei Abfragen
- Verknüpfung von Raum- und Sachdaten, um räumliche Analysen und Simulationen zu unterstützen
- Flexible Anpassung an die Anforderungen verschiedener Benutzer

GIS können - nach bestimmten Eigenschaften abgegrenzt - in mehrere Kategorien unterteilt werden (vgl. *Umweltmin. Baden-Württemberg 1991*):

- *Datenanalyse*: Interaktiv-graphische Systeme versus GIS

Für GIS wird eine bestimmte hohe Leistungsfähigkeit in der *Datenanalyse* vorausgesetzt. Dazu zählen u.a. Funktionen wie Flächenverschneidung, Pufferzonenbildung, Aggregation, Statistik und Modellierungen. Im Gegensatz dazu leisten interaktiv-graphische Systeme nur die Aufgaben von der Dateneingabe zur graphischen Ausgabe.

- *Datenspeicherung*: Graphikmodell versus Geometriemodell

Die Datenmodellierung bei einem eher konventionellen GIS beruht auf dem Graphik- / Sachdatenmodell, bei dem die graphische Repräsentation eines Datenobjektes direkt beim Objekt gespeichert ist. Neuere Entwicklungen trennen strikt das logische Modell und das Darstellungsmodell, d.h. die Beschreibung der graphischen Darstellung ganzer Objektklassen.

- *Datenhaltung*: Ebenen- versus Objektprinzip

Die Datenhaltung verschiedener Objektausprägungen kann in **Ebenen** (Layers, Coverages) erfolgen. Was eine einzelne Ebene enthält, ist in der Regel definierbar, oft werden verschiedene Objektausprägungen in einer Ebene gehalten. Demgegenüber steht das **Objektprinzip**, bei dem eine Objektausprägung als Teil einer Objektklasse alle Eigenschaften dieser Klasse erbt. Ein Objekt wird durch einen eindeutigen Objektidentifikator gekenn-

zeichnet. Zum Objekt gehören sowohl geometrische und topologische Daten als auch Sachdaten. Die Graphikbeschreibungen sind dagegen im allgemeinen Attribute von Objektklassen und lassen sich deshalb leicht ändern.

- **Datenformate:** Vektordaten versus Rasterdaten

Die meisten GIS verwalten Vektordaten, d.h. Punkte, Linien und Flächen als Koordinatenfolgen. Einige sind reine Rastersysteme, wobei die Raster-technik meistens für Analyse und Ausgabe genutzt wird. Nur wenige Systeme können - transparent für den Benutzer - Raster- und Vektordaten simultan, d.h. ohne explizite Wandlung in das jeweils andere Format, überführen. GIS der letzten Art werden häufig *hybride GIS* genannt.

- **Datenverwaltung:** Einfaches Dateizugriffssystem versus kommerzielles Datenbanksystem

Insbesondere ältere und PC-basierende GIS verwenden für die Verwaltung der Geometrie- und Sachdaten eigenentwickelte Dateiverwaltungssysteme. Manche Systeme lassen die Verwaltung der Sachdaten entweder in externen (kommerziellen) Datenbanksystemen zu oder verwenden kompatible Datenstrukturen. Einige wenige Systeme speichern sowohl die graphischen Daten als auch die Sachdaten in (kommerziellen) relationalen Dateubanken.

5.2 Hardware

Die zum Betrieb eines GIS erforderliche Hardware kann man in drei Gruppen zusammenfassen: Dateneingabegeräte, Datenausgabegeräte und Datenverarbeitungsgeräte.

5.2.1 Dateneingabe

Dateneingabegeräte dienen dazu, analoge Datenspeicher (Karten, Tabellen oder Texte) in eine rechnergeeignete digitale Form zu bringen und in den Rechterspeicher zu transportieren. Zur Digitalisierung von Karte in **Vektorform** haben sich Digitizer bewährt. In zahlreichen Ausprägungen auf dem Markt verfügbar, unterscheiden sie sich durch ihre Größe (A4 bis A0), ihre Präzision (0,05 - 0,3 mm) und ihre Ausstattung. Für das Digitalisieren in **Rasterform** bieten sich Büros Scanner an, die in den Formaten A4 und A3 Farbvorlagen (auch Transparente) abtasten können. Üblich sind Pixelgrößen von ca. 0,085 mm (300 DPI) bis 0,042 mm (600 DPI).

5.2.2 Datenausgabe

Zur *Hardcopy*-Ausgabe der im Rechner gespeicherten digitalen Graphikdaten werden Geräte zur *Digital-Analog*-Wandlung benötigt. Bilder und Karten müssen auf Papier, Folie oder Film - größtenteils mehrfarbig - ausgegeben werden. Ausgabegeräte lassen sich grob in stift- und rasterorientiert unterteilen.

Stiftplotter sind mit Farbstiften ausgestattet und können Vektoren schnell ausgeben. Flächenfüllungen müssen mit Schraffurtechniken simuliert werden, was sehr zeitaufwendig und fehleranfällig sein kann. Stiftplotter sind als Trommel- und Flachbettplotter konstruiert. Sie sind in Größen zwischen A4 und größer als A0 lieferbar. Als Standardsteuersprache hat sich in den letzten Jahren die *HP Graphics Language (HPGL)* durchgesetzt.

Rasterplotter bauen ein Ausgabebild aus Bildelementen (Pixel) auf, die bei genügend hoher Auflösung vom Auge nicht mehr separiert werden können.

Elektrostaten arbeiten mit elektrisch leitendem Papier, sind in sehr großen Formaten verfügbar und können sowohl schwarzweiß als auch farbig plotten. Elektrostaten eignen sich sowohl für Vektor- als auch für Rasterausgaben. Sie arbeiten sehr schnell, sind jedoch stark wartungsbedürftig sowie teuer in der Anschaffung und im Betrieb. Die geometrische Auflösung beträgt 300-400 DPI.

Laserdrucker dagegen verwenden das Druckprinzip herkömmlicher Kopiergeräte und drucken deshalb nur schwarzweiß. Ihre Formate sind bis maximal A3 begrenzt, während die Auflösung bei 300-600 DPI liegt. Als Steuersprache für Laserdrucker wird *PostScript* von jeder Software unterstützt. Sie eignen sich sehr gut sowohl für Vektor- als auch für Rasterausgaben.

Inkjetplotter werden heute sowohl für großformatige (A0) Schwarzweiß-Ausgaben als auch für Farbausgaben - meist bis ca. A3 - verwendet. Die Auflösung beträgt maximal 600 DPI (Schwarzweiß) bzw. 360 DPI (farbig). Auch hier werden *PostScript* und *HPGL* als Steuersprache verwendet. Sie sind sowohl für die Ausgabe von Vektoren als auch von Rasterdaten sehr gut geeignet.

Thermotransferdrucker sind hauptsächlich zur Ausgabe farbiger Rasterbilder in hoher Farbtreue konstruiert. Vor allem für Anwendungen in der Bildverarbeitung sind sie eine gute Wahl. Sie werden in den Formaten A4 und A3 mit einer Auflösung von 300 DPI angeboten.

5.2.3 Datenverarbeitung

In den letzten 10 Jahren hat sich die Hardwareentwicklung im Rechnerbereich dramatisch beschleunigt. Die Lebensdauer einer Computergeneration hat sich auf ca. 18 Monate verkürzt. Mit jeder Generation wird die Rechenleistung etwa verdoppelt. Die Hardwarewelt läßt sich heute in drei Gruppen einteilen: Personalcomputer (PC), Workstation/Minicomputer und Großrechner. Diese Kategorien unterscheiden sich durch die Geschwindigkeit, Speicherkapazität und Ausbaufähigkeit. Klassische Großrechner werden mehr und mehr durch Netze von PCs, Workstations und Minicomputern abgelöst. Ihre absolute Rechengeschwindigkeit ist der von Workstations und PCs nicht mehr überlegen. Sie bewegt sich im Bereich von ca. 40-400 MIPS (Millionen Instruktionen Pro Sekunde). Das sind Werte, die von heutigen Workstations und Minicomputern bei erheblich geringeren Kosten auch erzielt werden.

Für GIS-Aufgaben sind nur Rechner mit angemessenem Leistungsvermögen geeignet. Im Kleinrechnerbereich kommen dafür Industriestandard PCs (Intel CPU, EISA/ISA-Bus, MS-DOS, MS-Windows) und der Apple Macintosh (Motorola CPU, MacOS) in Frage. Die Graphikauflösung des Arbeitsplatzes sollte mindestens 1024 x 768 Bildpunkte bei 256 darstellbaren Farben betragen. Die Diagonale des Bildschirms ist mit mindestens 17 Zoll anzustreben.

Im Bereich der *Unix*-Workstations (RISC-CPU, Unix) werden 3-4 RISC-Familien in 99% aller Rechner verwendet. Während die Leistungsmeßzahl von PC-Hardware bei etwa 30 MIPS ihren Spitzenwert erreicht, beginnen *Unix*-Workstations bei etwa 25 MIPS und reichen bis zu 400 MIPS (Stand: 1993).

Zur Langzeitspeicherung von Daten wird zunehmend die **Magnetplatten-technik** verwendet. SCSI-Platten in den Formfaktoren 3,5 Zoll und 5,25 Zoll sind am weitesten verbreitet und bieten Speicherplatz bis zu 2000 MB (3,5 Zoll) und 3500 MB (5,25 Zoll). Wenn sehr große Datenbestände gespeichert und verarbeitet werden müssen, spielen Datensicherung und Datenaustausch eine *eminent* wichtige Rolle. Wegen der geringen Kosten und der relativen Zuverlässigkeit geht kein Weg an der **Magnetbandtechnik** vorbei. Kassettenbandgeräte in 0,25 Zolltechnik sind etabliert und durch Gremien soweit genormt (QIC-Normen), daß sie als Austauschmedium mittlerweile überall verwendet werden. Die Speicherkapazitäten liegen zwischen ca. 150 MB und 1000 MB. Für die Datensicherung sehr großer Bestände haben sich Video-8-Geräte (Exabyte) und DAT-Geräte (HP/Sony) bewährt. Sie speichern von ca. 1 GB (DAT) bis zu 5 GB (Exabyte) auf einer preiswerten Kassette.

Relativ neu sind **optische Platten** als Datenspeichermedium. Sie sind in drei verschiedenen Familien auf dem Markt:

- *CD-ROM* ist ein *Read Only Memory*. Sie wird zur Verteilung von Daten (z.B. USGS DEM, LANDSAT, SPOT), Software und Dokumentation verwendet.
- *WORM* ist ein *Write Once Read Many* - Medium. Sie kann vom Benutzer einmal mit Daten beschrieben, aber beliebig oft gelesen werden. *WORM* sind als Datensicherungsmedium gnt geeignet.
- *MO* ist ein *Magneto-Optisches* Medium, das beliebig oft beschrieben und wieder gelöscht werden kann. *MO*-Laufwerke sind deshalb als Wechselplattenlaufwerke geeignet, weniger als Langzeitsicherungsmedium.

Eine vielversprechende (neue) Entwicklung für den mittleren Datensicherungsbedarf sind *Floptical Disk* - Laufwerke. Dies sind 3,5 Zoll - Diskettenlaufwerke, die spezielle Disketten mit einer Kapazität von 21 MByte beschreiben und zusätzlich auch alle älteren Formate bearbeiten können.

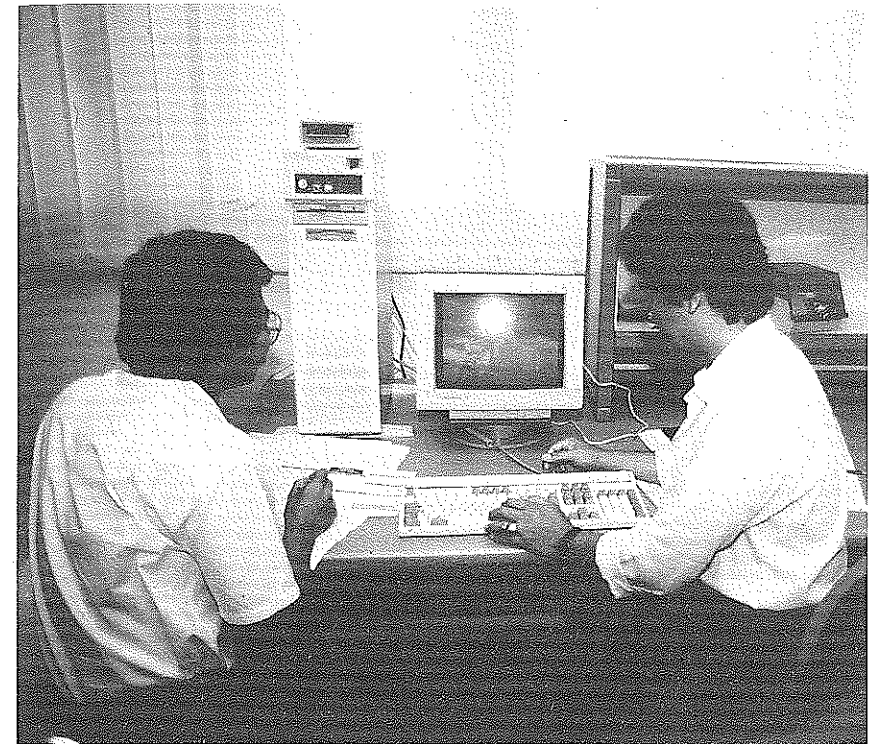


Bild 6: Systemwartung in einem asiatischen GTZ-Projekt

5.3 Betriebssysteme

Mehr noch als die Rechnerhardware kontrolliert das Betriebssystem (BS) den prinzipiell möglichen Funktionsumfang einer Anwendersoftware, wie zum Beispiel GIS. Das Betriebssystem (BS) eines Rechners ist zuständig für die Betriebsmittelverwaltung, Ablaufsteuerung der Prozesse sowie die Dateneingabe und Datenausgabe. *Multitasking*-fähige BS erlauben den quasi-simultanen Ablauf mehrerer Prozesse im Auftrag eines Benutzers. *Multiuser*-fähige BS erlauben mehreren Benutzern gleichzeitig jeweils mehrere Aufgaben quasi-simultan auszuführen. Sowohl *Singletask*-, *Multi-task*- als auch *Multiuser*-Betriebssysteme sind u.U. auf derselben Hardware lauffähig. Die zur Zeit gängigsten BS auf PC- und Workstation-Hardware sind: *MS-DOS*, *MS-Windows* und *Unix*.

MS-DOS ist ein *Single User / Single Task* - Betriebssystem, das den Ablauf von nur einer Aufgabe zu einer Zeit zulässt. Bedingt durch die Architektur und Rückwärtskompatibilität zum ersten IBM-PC, ist die maximale Größe ablaufender Programme stark begrenzt. Vernetzung ist nur mit zusätzlicher, nicht in MS-DOS enthaltener Software (z. B. Novell) möglich.

MS-Windows ist eine Betriebssystemerweiterung und gleichzeitig eine Bedieneroberfläche für MS-DOS. MS-Windows unterstützt bis zu 16 MB Arbeitsspeicher und ein limitiertes *Multitasking*. Der zweite Teil von MS-Windows ist die graphisch orientierte (maus-gesteuerte) Bedieneroberfläche. Sie soll ungeübteren Nutzern den leichteren Zugang zum Rechner verschaffen.

Unix ist ein *Multiuser / Multitasking*-Betriebssystem. Eine mausgesteuerte graphische Bedieneroberfläche für normale Benutzer und Systemverwalter auf der Basis des standardisierten X-Windows verbirgt komplexere Internen, gibt sie bei Bedarf jedoch an erfahrene Nutzer frei. Da Unix ein Mehrbenutzersystem ist, können alphanumerische Terminals, DOS-PCs, MS-Windows-PCs oder X-Terminals als zusätzliche Arbeitsplätze angeschlossen werden. Die Mitbenutzung der Peripherie (Drucker, Plotter, Digitizer, Plattenspeicher) durch angeschlossene Arbeitsplätze ist grundsätzlich gegeben. Netzwerkfähigkeit für den Zugriff auf alle Ressourcen vernetzter Systeme untereinander ist integraler Bestandteil aller Unix-Varianten. Diese Unix-Varianten sind in weitem Umfang miteinander kompatibel: Benutzerschnittstellen, Programmierschnittstellen, Vernetzung und Datenformate sind in herstellerunabhängigen Standards und Normen festgehalten und von den Anbietern implementiert. Datenaustausch und Vernetzung funktionieren auch zwischen Systemen verschiedener Hersteller meistens problemlos.

MS-Windows NT ist ein Betriebssystem, welches leistungsfähige *Multiuser / Multitasking*-Systeme wie **UNIX** und **VMS** mit den vertrauten Benutzeroberflächen von **MS-Windows** in High-End-Systemen und heterogenen Netzwerken verbindet. Unter Windows-NT laufen neben neuen 32-Bit-Windows, zeichenbasierten OS/2- und UNIX-Anwendungen auch die weit verbreiteten auf MS-DOS und Windows 3.x basierenden Applikationen.

6 Ausbildung und Training

6.1 Konzepte

Konzepte und Materialien zur GIS-Ausbildung in Projekten der TZ und zum Hard- und Softwaretraining von Projektmitarbeitern sind sehr unterschiedlich. Der Schulungsbedarf richtet sich nach den Zielgruppen und länderspezifischen Charakteristika. Hieraus ergeben sich vielfältige Variationen der Kursinhalte, der Organisationsformen und der Trainingslokalitäten. Wichtige Rahmenbedingungen stellen die im Land und weltweit vorhandenen Ausbildungs- und Trainingskapazitäten dar. Dabei stellen sich Fragen nach der Wahl der Ausbildungsinstitutionen, den Möglichkeiten des Zugangs, der Schulungsqualität / -intensität und den Kosten.

6.1.1 Ausbildungsmodelle

Je nach notwendiger Schulungsintensität des Personals und den institutionellen Voraussetzungen ergeben sich vielfältige Möglichkeiten der Ausbildung und des Softwaretrainings. Im folgenden sollen einige Grundmodelle aufgezeigt werden.

Grundmodell	Aktion
Einphasiges Training im EL	GTZ entsendet LZE oder KZE
Mehrphasiges Training im EL	GTZ entsendet mehrmals KZE
Lokales Trainingszentrum	Lokale Trainingsaktivitäten
Training im internat. Zentrum	EL entsendet Teilnehmer
Kooperation zw. Institutionen	Regelmäßige Ausbildungskontakte
<i>Hüpfmodell</i>	Teilnehmer besuchen mehrere Institutionen

In der Praxis ergeben sich vielfältige Kombinationsmöglichkeiten. Eine Form der Schulungszusammenarbeit liegt in der Vereinbarung von Ausbildungspartnerschaften zwischen deutschen Institutionen und Partnerinstitutionen in EL. Auch in TZ-Projekten können Schulungskomponenten als integraler Bestandteil vereinbart werden. Sinnvoll erscheint eine mehrphasige Schulung in der GIS-Methodik und am System vor Ort.

Beispiel: Arc/Info-Schulung in Tunesien

Nach der Installation von Hard- und Software sowie einer Einweisung am System und in der Aufbereitung von Grundlagendaten erfolgte ein

Training-on-the-Job. In der nächsten Ausbildungsphase folgte dann eine Vertiefung der GIS-Theorie, die Erläuterung der Funktionsweise von Peripheriegeräten und der Aufbau einer Basis-Datenbank. Die Phase 4 umfaßte die Einbindung thematischer Karteninformationen, die Verknüpfung statistischer Kenngrößen mit Flächendaten, die Einführung von GIS-Überlagerungsfunktionen, GIS-Auswertestrategien und die Herstellung von Ergebniskarten (*ArcPlot*). Nach insgesamt 18 Wochen Training in sechs Ausbildungsabschnitten hatten die Teilnehmer nach einem Jahr die notwendige Reife zur Beherrschung des Systems erreicht.

Eine andere Art der Informationsvermittlung ist das *Distant Learning*. So bietet zum Beispiel eine Arbeitsgemeinschaft von fünf europäischen Universitäten (u.a. mit der *University of Salford*) einen Diplom-Kurs für GIS an, der sich über eine Zeitdauer von 1,5 bis 4 Jahre erstreckt. Ein Beispiel für eine systematische GIS-Ausbildung an einer Universität in einem Entwicklungsland ist der Vollstudiengang *Geoinformatics*, der ab Sommer 1993 in Zusammenarbeit mit einem regionalen GTZ-Projekt in Madras, Indien, stattfindet.

6.1.2 Zielgruppen

Zur erfolgreichen Implementierung von einem GIS gehört die Einbindung von verschiedenen Zielgruppen in den Planungs- und Umsetzungsprozeß. Wichtig ist zum Beispiel, daß sich Entscheidungsträger mit den Zielen der GIS-Implementierung identifizieren, da nur dann mit ihrer Unterstützung gerechnet werden kann. Im Folgenden sind einige Zielgruppen und deren Funktion in der GIS-Implementierung aufgelistet.

Zielgruppe	Anfrage / Anliegen
Entscheidungsträger	Information über das GIS-Leistungspotential
Meinungsführer	Akzeptanz der GIS-Technik
Technische Manager	Koordination und Einrichtung von GIS-Arbeitsplätzen
Projektmanager/-leiter	Anwendung und Bewertung von GIS
Ingenieure/Techniker	Technische Unterstützung
GIS-Operateure	Training und Weiterbildung
Wissenschaftler	GIS-Grundlagen / Spezielle Anwendungen
Ausbilder	Ausbildung von GIS-Operateuren
Studenten	Allgemeine und spezielle GIS-Ausbildung
Öffentlichkeit	Schaffung von <i>GIS-Verständnis</i> (PR-Arbeit)

6.2 Materialien

Als Ausbildungsunterlagen werden Handbücher der Softwarehersteller (*Manuals*), Lehrbücher und/oder von den ausbildenden Institutionen selbst erarbeitete Trainingsmaterialien (*Tutorials*) verwendet. Die Vermittlung des Übungsstoffes erfolgt durch Unterricht (Class Room Training), Unterweisungen an Arbeitsstationen (*Hands-on-Sessions, Demos*), durch Übungen mit Testdaten und mittels Durchführung von Pilotanwendungen und Fallstudien (*Case Studies*). So ermöglicht zum Beispiel die "Idrisi Work Book Serie" der Clark University zusammen mit den mitgelieferten Beispieldaten das Erarbeiten von GIS-Techniken im Selbststudium.

Zur Unterstützung der GIS-Ausbildung und zur Werbung für bestimmte GIS-Software werden auch Video-Filme angeboten. In ihnen werden GIS-Funktionalitäten wie zum Beispiel das *Layer-Prinzip* oder die *Datenverknüpfung* erläutert, Arbeitsschritte für den GIS-Aufbau wiedergegeben, produktspezifische Module visualisiert, Entscheidungskriterien für den GIS-Einsatz erarbeitet und Peripherie-Geräte vorgestellt. Die Video-Materialien (Spieldauer: 10-45 Minuten) sind meistens als VHS-Kassetten erhältlich. Beispiele sind Demonstrationsvideos der GIS-Programme *Arc/Info, Grass, Erdas* und *Ilwis* sowie Videos von Berufsverbänden wie *ASPRS* und *ACSM*.

In den USA wurde 1988 das *National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA)* mit drei Standorten (Santa Barbara, Buffalo und Maine) von der *National Science Foundation* errichtet. Im Rahmen der Aktivitäten dieser Einrichtung wurde von 35 Experten ein *Core Curriculum 'GIS'* mit 75 Ausbildungseinheiten erarbeitet und mit einem Evaluierungsprogramm 1989/1990 von 80 beteiligten Ausbildungsinstitutionen, insbesondere im Bereich der Geographie, getestet.

Der Themenbereich GIS wurde in drei *Teilkurse* (Einführung, Technik und Anwendung) mit jeweils 5-7 Arbeitsmodulen unterteilt. Jedes Modul (Beispiel: *Vector Data Structures & Algorithms*) enthält 2-6 Lektionen (Arbeitseinheiten). Das gesamte Curriculum ist ausgelegt für drei 10-Wochen-Kurse. Der Aufbau der drei Curriculumbände ist sehr benutzerfreundlich. Obwohl die Beispiele für nordamerikanische Verhältnisse konzipiert wurden, können die Grundlagen von GIS gut nach dem *Core Curriculum* gelehrt werden. Das System der Anwendung von Arbeitseinheiten ist flexibel, so daß es möglich ist, einzelne Lektionen in individuelle Ausbildungspläne zu integrieren.

Jeder der 75 Lerneinheiten wird eine Gliederung des Unterrichtsstoffes und Anmerkungen zu den Einsatzmöglichkeiten innerhalb des Curriculums vorgelegt. Der GIS-Lernstoff wird ausführlich gegliedert und stichwortartig

(zum Teil mittels kleinerer Skizzen) erläutert. Die Aufbereitung eignet sich für die Verwendung als Selbstlernmodule. Am Kapitelende befinden sich jeweils Literaturhinweise sowie Prüfungs- und Diskussionsfragen. Der textlichen Darstellung folgen meistens einige Seiten mit großformatigen Diagrammen, Skizzen und Tabellen. Sie können auf *Overhead-Folien* kopiert werden oder als *Hand-Outs* den Kursteilnehmern zur Verfügung gestellt werden. Ein Ergänzungsband stellt eine aktuelle Übersicht über Arbeitsbücher, Videos, Workshops u.a.m. bereit.

6.3 Ausbildungsprogramme / Fortbildungsmöglichkeiten

Ausbildung und Training werden von verschiedenen Institutionen weltweit angeboten. Die Aktivitäten reichen von Trainingskursen an bestimmten Systemen bis hin zum universitären Ph.D.-Studium in GIS. Speziell für die Belange der GIS-Schulung für EL werden zum Beispiel Kurse vom ITC in Enschede und seinen Schwesterinstitutionen (z. B. in Bogota), dem AIT in Bangkok, des UNITAR in Genf, der GDTA in Toulouse und dem *Regional Centre for Services in Surveying, Mapping and Remote Sensing* in Nairobi angeboten. Einige Kontaktadressen sind im Anhang aufgelistet.

6.3.1 Institutionen in Europa

Im Rahmen der EU-Initiativen *Comett* und *Tempus* werden unter Mitarbeit von osteuropäischen Ländern GIS-Ausbildungsprogramme entwickelt. Weitere europäische Aktivitäten werden von der *European Special Interest Group in GIS Education* koordiniert.

GIS-Ausbildungsmöglichkeiten wurden bisher an einigen deutschen Universitäten geschaffen. Studien haben gezeigt, daß GIS-Komponenten nur langsam in existierende Studiengänge integriert werden können. In neu konzipierten Studiengängen (Beispiel: Geoinformatik in Braunschweig) oder Aufbaustudiengängen (Beispiel: Umweltmonitoring in Vechta) kann diese Integration konsequenter besprochen werden. Insgesamt hat die systematische GIS-Ausbildung in Deutschland zur Zeit noch nicht das beispielweise in den Niederlanden oder Großbritannien erreichte Niveau erreicht.

Als ein Beispiel für die GIS-Ausbildung an einer europäischen Institution sind die GIS-Kurse am ITC zu nennen.

Die GIS-Ausbildung am ITC findet im wesentlichen auf dem *Postgraduate-* und *M.Sc.-Level* statt. Die eigentlichen GIS-Kurse werden abtei-

lungübergreifend durchgeführt. GIS-Kurse mit den Vertiefungen in *Cadastral, Rural* und *Urban Applications* bauen auf gemeinsamen Basismodulen und Trainingseinheiten auf und spezialisieren sich erst gegen Ende des jeweiligen Kurses. Weitere Studiengänge mit Relevanz für GIS sind *Integrated Geoinformation and Map Production* sowie *Environmental Analysis and Management*. Die Ausbildung am ITC findet in Englisch statt. Einzelne Module, die im wesentlichen mit und von den jeweiligen Schwesterinstituten angeboten werden, werden auch in Französisch oder Spanisch durchgeführt. Die Kosten für einen elfmonatigen Kurs (einschl. Kursgebühren und Lebenshaltungskosten) liegen zur Zeit bei etwa DM 25.000,-.

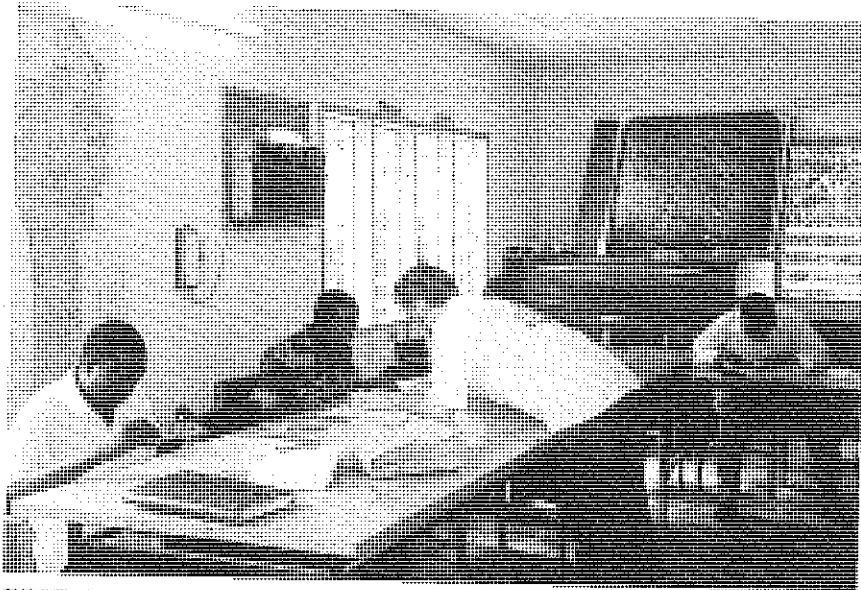


Bild 7: Ausbildung von afrikanischen Projektmitarbeitern

6.3.2 Institutionen in Entwicklungsländern

Exemplarisch für Aktivitäten in Entwicklungsländern soll das Trainingkonzept des ICIMOD (vgl. Kap. 2.2.5) skizziert werden. Im Rahmen von MENRIS wurden verschiedene Ausbildungsprogramme entwickelt. Die Trainingsmaterialien sind modulartig aufbereitet und können zielgruppengerecht zusammengestellt werden. Entsprechend den Hauptaktivitäten des Zentrums werden drei Standardkurse angeboten.

Kurs	Dauer	Teilnehmerzahl	Zielgruppe
<i>Policy Awareness Level</i>	1 Tag	5	Entscheidungsträger
<i>Professional Level</i>	4 Wochen	10	Forscher, Ausbilder
<i>Technical Level</i>	4 Wochen	5	Kartographen, Gerätebediener

Während bei dem eintägigen Kurs anhand von GIS-Konzepten und Fallstudien insbesondere Management-Aspekte vermittelt werden, richtet sich der *Professional*-Kurs an Fachwissenschaftler und zukünftige Ausbilder. Vermittelt werden zum Beispiel Grundlagen und Konzepte, GIS-Funktionalitäten, die Handhabung von Datenbanken und Techniken zur Raumanalyse. In der letzten Woche wird ein Studienprojekt durchgeführt. Der *Techniker*-Kurs beinhaltet das Arbeiten mit dem System *Arc/Info*, insbesondere werden verschiedene Verfahren der Dateneingabe und -abgabe vermittelt.



Bild 8: GIS-Kurs bei ICIMOD / MENRIS

7 Zuordnung von Systemen zu möglichen Einsatzgebieten

Definiert man typische Anwendungsprofile für GIS-Anwender, so könnte man sie folgendermaßen kategorisieren:

- a) Liegenschaftskataster, Leitungskataster
- b) Planungsinstitutionen, Verkehrswege, Landnutzung, Regionale Anwendungen
- c) Umweltinformationen, Provinz-/Landesebene
- d) Tragfähigkeit/Landwirtschaft/Wasserwirtschaft, Projektebene, Bezirk
- e) Spezialfragestellungen auf Projektebene oder Bezirk

Diesen Gruppen könnten folgende Systeme (eine kleine Auswahl aus den mehr als 200 auf dem Markt befindlichen) wie folgt zugeordnet werden:

- a) Alk-Giap, Gradis-UX, Grips, Gtis, MGE, Sicad, Smallworld-GIS, System-9
- b) Adalin, Arc/Info, Gradis-UX, MGE, Sicad, Sicad/Hygris, Small world-GIS, Spans, System-9
- c) Arc/Info, Gradis-UX, Sicad, Smallworld-GIS, System-9
- d) Arc/Info, Atlas, Grass, Idrisi, Ilwis, MGE, Spans
- e) Arc/Info, Atlas, Autocad, Cart/o/graphix, David, Easi/Pace, Erdas, EZS-I, Grass, Idrisi, Ilwis, Mapgrafix, Mapinfo, MGE, Phocus, Procart, Spans, Tigris

Zu beachten ist, daß die meisten Systeme nur auf bestimmten Plattformen (PC/Unix-Workstation/Großrechner) verfügbar sind. Die Wahl der geeigneten Plattform ist in Kapitel 5 ausführlich dargestellt.

8 Entscheidungshilfen für den GIS-Einsatz

8.1 GIS-fähige Ergebnisse und Indikatoren

Der entscheidende Vorteil von GIS-Technologie ist die Flexibilität und Schnelligkeit beim Umgang mit raumbezogenen Daten. Der Einsatz von GIS im Rahmen von GTZ-unterstützten Projekten ist daher nur dann sinnvoll, wenn das Projekt in erheblichem Umfang raumbezogene Informationen benötigt oder selbst erzeugt.

Es ist daher zu empfehlen, zunächst die angestrebten Projektergebnisse und/oder die dazugehörigen Indikatoren der Projektplanungsübersicht (PPÜ) auf ihren Raumbezug (z.B. direkt/indirekt) und ihre Priorität (z.B. von sehr wichtig bis unwichtig) im Hinblick auf die Gesamtzielsetzung des Projektes zu überprüfen.

Die Struktur für eine solche Ergebnis-/Indikatorenprüfung in Tabellenform könnte etwa folgendermaßen aussehen:

PPÜ-Code	Ergebnis	Indikator	Benötigte Information(en)	Raumbezug	Priorität
----------	----------	-----------	---------------------------	-----------	-----------

Beispiele für stark raumbezogene, also typische GIS-fähige Ergebnisse und Indikatoren wären etwa:

Beispiel 1:

Ergebnis: Umfassende regionale Entwicklungsplanung für das Projektgebiet ist erstellt.

Indikator: Planungsatlas 1 : 100.000 für das Projektgebiet ist fertiggestellt.

Beispiel 2:

Ergebnis: Erosionsgeschädigte und erosionsgefährdete Flächen des Projektgebietes sind erfaßt und eine Maßnahmenstrategie ist erarbeitet.

Indikator 1: Erosionskarte 1 : 50.000 für das Projektgebiet ist erstellt und überprüft.

Indikator 2: Karte der geplanten Erosionsschutzmaßnahmen ist erstellt.

Indikator 3: Die Kostenkalkulation der Erosionsschutzmaßnahmen liegt vor.

Im **Beispiel 2** haben die Indikatoren 1 und 2 einen direkten, Indikator 3 hingegen nur einen indirekten Raumbezug. Für die Kostenkalkulation werden z.B. Flächenangaben aus der Karte der geplanten Erosionsschutzmaßnahmen benötigt.

Aus den angeführten Beispielen ergibt sich, daß ein Projekt umso *GIS-eigneter* ist, je mehr die angestrebten Projektergebnisse und -aktivitäten einen direkten Raumbezug aufweisen und je wichtiger diese Ergebnisse für das Erreichen des übergeordneten Projektzieles sind. Bei der projektspezifischen Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten von GIS sollte daher zunächst kritisch geprüft werden, ob durch die Anwendung von GIS eine signifikante Unterstützung im Hinblick auf die vom Projekt angestrebten Ziele zu erwarten ist.

8.2 Kostenaspekte

Für eine realistische Kostenabschätzung des Einsatzes von GIS sollten insbesondere folgende Punkte beachtet werden:

- **Grundsätzliches:** Rechtfertigt der durch die Einführung von GIS erwartete Nutzen den voraussichtlichen Personal-, Zeit- und Kostenaufwand?
- **Zeitfaktor:** In welcher Phase befindet sich das Projekt? Lohnt sich für das Projekt - unter Berücksichtigung der Restlaufzeit des Projektes - der Aufwand für den 'GIS-Einstieg'?
- **Vorarbeiten:** Welche Vorarbeiten (z.B. satellitenbildgestützte Erstellung einer 'Basiskarte', vgl. Kap. 4) müssen zunächst durchgeführt werden, bevor mit dem GIS-Einsatz begonnen werden kann? Welche Kosten entstehen dadurch?
- **Umfang und Inhalte der Datenbank:** Welche Informationen werden für welche Zwecke benötigt? Aus welchen Datenquellen können die Informationen gedeckt werden und welcher Personal- und Kostenaufwand entsteht für die Datenbeschaffung, -überprüfung und -aufbereitung?
- **Organisatorische und personelle Einbindung:** Soll das geplante GIS projektiutern als Projektmanagementinstrument aufgebaut und betrieben werden, oder sollen lediglich bestimmte 'GIS-Serviceleistungen' von einer projektexternen Stelle (z.B. Consultingfirma) als Auftragsarbeit erbracht werden? Im ersten Fall müssen Personalbedarf und Ausbildungskosten in der Kostenkalkulation berücksichtigt werden!

Erst nach Klärung dieser Fragen kann eine sinnvolle Kostenabschätzung erfolgen. Hierbei sollte dann zwischen den eigentlichen **GIS-Systemkosten** (Hardware, Software, Ausbildung) einerseits und den Ausgaben für die **Datenbeschaffung** andererseits unterschieden werden.

Generell läßt sich sagen, daß die reinen Hard- und Softwarekosten nur einen geringen Anteil an den Gesamtkosten haben. Sehr viel kostenaufwendiger ist die Beschaffung und Aufbereitung der notwendigen Daten (vgl. auch Kap. 4 und Abb. 9). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß der Großteil dieser Ausgaben in den meisten Fällen auch ohne GIS-Einsatz anfallen würde. Dies betrifft insbesondere die relativ kostenaufwendige, satellitenbildgestützte Erstellung von Basiskarten und die Durchführung von Landnutzungskartierungen für das Projektgebiet!

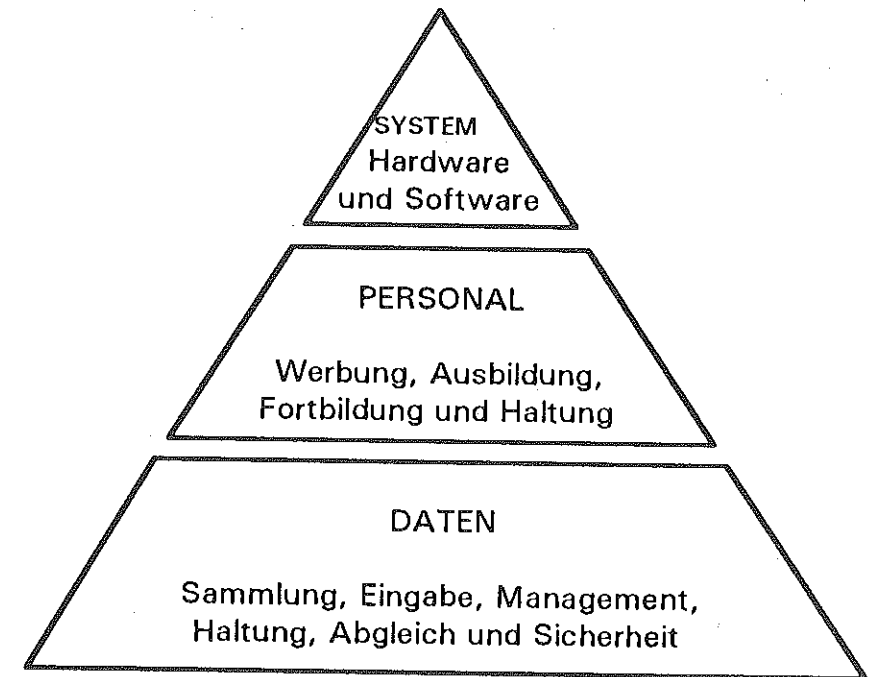


Abb. 9: Relative Kosten eines Informationsmanagement-Systems

Die nachfolgenden Kostenbeispiele verdeutlichen die ungefähr zu veranschlagenden Ausgaben. Da eine Beschränkung der Kostenangaben auf die reinen GIS-Systemkosten leicht zu einer Unterschätzung der insgesamt notwendigen Ausgaben für die Operationalisierung des GIS führen könnte, wurden die wichtigsten Ausgaben für die Datenbeschaffung in der Übersicht mit aufgeführt, obwohl es sich dabei nicht um direkte GIS-Kosten handelt. Nicht berücksichtigt sind hingegen die Personalkosten für das lokale Projektpersonal sowie die Kosten für GTZ-Langzeitexperten. Die Angaben für die gegenwärtig noch laufenden Projekte beruhen teils auf tatsächlichen Ausgaben, teils auf detaillierten Kostenschätzungen.

	<i>Bondoc Development Programme (Vorschlag)</i>	<i>GIS Cebu Province (Tatsächl. Ausgaben)</i>
Projekttyp	LRE	Institutionenförderung
GIS-Typ	Projekt-GIS	Service-GIS
Projektgebiet (km²)	ca. 2.000	ca. 5.000
GIS-Arbeitsplätze	1	2
Durchführungsstatus (März 93)	Maßnahmen vorgeschlagen	Maßnahmen weitgehend implementiert
GIS-Systemkosten (DM)		
Hard-/Software	ca. 25.000	ca. 56.000
Ausbildungskosten	ca. 10.000	ca. 20.000
Datenbeschaffungskosten (DM)		
satellitenbildgestützte Basiskarte	ca. 60.000	ca. 50.000
satellitenbildgestützte Landnutzungskarte	nicht notwendig	ca. 30.000
Gesamtkosten⁽¹⁾ (DM)	ca. 100.000	ca. 100.000

	<i>GIS CRDA Bizerte</i>	<i>Desertifikationsbekämpfung in Argentinien</i>
Projekttyp	Regionalplanung / Institutionenförderung	Ressourcenschutz / Institutionenförderung
GIS-Typ	Institutionen-GIS	Institutionen-GIS
Projektgebiet (km²)	ca. 3.750	ca. 670.000
GIS-Arbeitsplätze	2	6
Durchführungsstatus (März 93)	Maßnahmen weitgehend implementiert	Maßnahmen weitgehend implementiert
GIS-Systemkosten (DM)		
Hard-/Software	ca. 50.000	ca. 180.000
Ausbildungskosten	ca. 100.000	ca. 40.000
Datenbeschaffungskosten (DM)		
satellitenbildgestützte Basiskarte	ca. 72.000	ca. 130.000 (Teilgebiet)
satellitenbildgestützte Landnutzungskarte	ca. 98.000	wird projektintern durchgeführt
Gesamtkosten⁽¹⁾ (DM)	ca. 320.000	ca. 350.000

(1) Die Summe unter der Rubrik *Gesamtkosten* enthält noch weitere, hier nicht aufgeführte Ausgabenposten.

Das Gesamtbudget eines typischen GTZ-unterstützten LRE-Projektes beträgt etwa 4 bis 6 Mill. DM pro Phase bzw. ca. 15 bis 50 Mill. DM für die gesamte Projektlaufzeit. Für diesen Projekttyp belaufen sich die Gesamtkosten für die Operationalisierung eines GIS also i.d.R. auf weniger als 1% des Projektbudgets.

Im Falle von großräumig angelegten Spezialprojekten im Bereich Ressourcenschutz und Landnutzungsplanung können die GIS-Gesamtkosten sich auch auf weit mehr als DM 500.000 belaufen. Hierbei sind dann aber der Aufbau eines GIS und die entsprechenden Ausbildungsmaßnahmen wichtiger und integraler Bestandteil des Projektvorhabens.

8.3 Ausbau- und Abbruchkriterien

Wie verschiedene Projektbeispiele gezeigt haben, wird ein GIS vielfach zunächst in einem relativ kleinen Rahmen eingeführt und ausprobiert. Meist stellt sich dann nach einer gewissen Zeit die Frage, ob ein solches, häufig mit noch sehr beschränktem finanziellen Einsatz aufgebautes *Experimental-GIS* zu einem operationellen System ausgebaut werden soll. Je nach den bis dahin erreichten Ergebnissen des GIS-Einsatzes kann sich gelegentlich auch umgekehrt die Frage stellen, ob es nicht besser wäre, den GIS-Einsatz wieder einzustellen.

Für diese Projektmanagement-Entscheidung gibt es sicherlich keine allgemeingültigen *Ausbau- und Abbruchkriterien*, die Entscheidung wird letztlich immer aufgrund der individuellen Einschätzung der jeweiligen spezifischen Projektsituation erfolgen müssen. Für eine möglichst objektive Entscheidungsfindung sollte man sich aber in jedem Fall mit folgenden Fragen kritisch auseinandersetzen:

- **Allgemeines**
 - Stehen Aufwand und erwarteter Nutzen in einem vertretbarem Verhältnis zueinander ?
 - Läßt sich sicherstellen, daß über einen Zeitraum von mehreren Jahren genügend finanzielle und personelle Ressourcen für den GIS-Aufbau zur Verfügung gestellt werden ?
- **Daten**
 - Haben die für die Projektplanung und -durchführung wesentlichen Informationen genügend Raumbezug ?
 - Liegt eine ausreichend genaue Basiskarte vor bzw. kann eine solche Karte mit einem vertretbaren und finanzierbaren Aufwand hinreichend schnell erstellt werden ?

- Sind die benötigten thematischen Daten vorhanden oder können sie mit einem vertretbarem Aufwand erhoben werden ?
- Reicht die Qualität der vorliegenden Daten aus ?
- Sollen die Daten in ein Umwelt-Monitoring-Programm eingebracht werden ?

● **Projektpersonal**

- Ist ausreichend qualifiziertes und motiviertes lokales Fachpersonal verfügbar ?
- Kann die personelle Kontinuität der Betreuung eines GIS über einen Zeitraum von mehreren Jahren gesichert werden ?
- Läßt sich sicherstellen, daß durch den Personal-, Zeit- und Kosteneinsatz für den Aufbau des GIS andere wichtige Projektaktivitäten nicht vernachlässigt werden müssen ?
- Wird die Einführung und Anwendung von GIS von den Entscheidungsträgern innerhalb und außerhalb des Projektes gefördert und aktiv unterstützt ?

● **Institutionelle Überlegungen**

- Was passiert mit dem GIS bei Projektende ? Besteht eine reelle Chance, daß der im Laufe der Jahre aufgebaute 'GIS-Apparat' qualifiziert fortgeführt wird ?
- Muß das geplante GIS unbedingt projektintern aufgebaut und betrieben werden oder könnte nicht auch ein bereits andersweitig bestehendes GIS in Anspruch genommen werden ?
- Sollen die erhobenen GIS-Daten später von Institutionen außerhalb des Projektes übernommen werden ?

Soweit der Großteil dieser Fragen positiv beantwortet werden kann, dürfte der Auf- bzw. Ausbau eines GIS gute Erfolgsaussichten haben, andernfalls sollte überlegt werden, ob man von einer GIS-Einführung Abstand nimmt bzw. ob eine bereits eingeleitete GIS-Einführung abgebrochen werden sollte.

9 Fallbeispiele

Die folgenden Projektübersichten sollen beispielhaft GIS-Anwendungen ans dem Spektrum der 32 GIS-Projekte der GTZ aufzeigen und Hinweise auf das damit verbundene Zielsystem und Mengengerüst geben.

Projekt:	Förderuug des "Institute of Remote Sensing (IRS)"
Land:	Indien
Projektziel:	Die fachliche Entwicklung, die Wissensvermittlung und der Technologietransfer des Managements räumlicher Informationssysteme zwischen IRS und den Nutzern tragen zur nachhaltigen Entwicklung Tamil Nadus bei.
Träger:	Anna University
Instit. Einbindung:	Institute of Remote Sensing
Implementierungs-kosten:	Gesamt: DM 14,7 Mio.
Projektlaufzeit:	12/1985 - 06/1993 - 06/1996
Fachpersonal der GIS-Einheit:	KZEs in den Bereichen Geoinformatik und Land- Informations-Systeme, lokale Fachkräfte
Anzahl Fachmonate:	KZE für 43 FM, lokale Fachkräfte 94 FM
Hard- und Software:	SICAD und CARIS, zwei Workstations, Peripheriegeräte
Aktivitäten:	<ul style="list-style-type: none"> ● Aufbau von Kapazitäten für LIS-Management bei IRS und Nutzern ● Aufbau von Kapazitäten für "Integriertes Informations-Management der Küstenzone" bei IRS und Nutzern ● Einrichtung des Studienganges Geoinformatik ● Verbesserung der Managementfähigkeiten der Entscheidungsträger
Hauptproblem:	unzureichende Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten

Projekt:	GIS Cebu Province
Land:	Philippinen
Projektziel:	Aufbau einer Provinz-Datenbank zur Verbesserung der Planungsgrundlagen für Provinzplanung sowie zur Nutzung für andere Behörden und nicht-staatliche Einrichtungen (Servicecenter)
Instit. Einbindung:	Als Servicezentrum an Provinzplanungsabteilung (PPDO) innerhalb der Provinzregierung angehängt, wird von einem inter-institutionellen "Steering Committee" gelenkt; Mitglieder des "Steering Committee" repräsentieren alle involvierten regionalen und lokalen Behörden. Umwandlung des GIS Cebu in eine gemeinnützige Stiftung für 1993 vorgesehen (Privatisierung)
Implementierungskosten:	GTZ ca. DM 100.000,-; Provinz Cebu ca. DM 100.000,-
Projektlaufzeit:	1991 - 1993
Fachpersonal der GIS-Einheit:	1 GIS-Manager (Teilzeit: 50%), 1 GIS-Operateur (100%) 2 Planer (100%), 2 Hilfskräfte zur Dateneingabe (100%) 1 GTZ Fachkraft für GIS (Teilzeit: 50%)
Anzahl Fachmonate:	k.A. (Teilzeitbetreuung durch GTZ-Projekt-Assistent)
Hard- und Software:	PC 486, 386, 286, 1,1GB Festspeicher, Peripheriegeräte zur Dateneingabe und -ausgabe, GPS, ILWIS-Software für zwei Arbeitsplätze
Aktivitäten:	Hard-/Softwareinstallation, Trainingsmaßnahmen, Produktion diverser thematischer Karten für verschiedene Nutzer, Aufbau einer Flächendatenbank
Hauptproblem:	Datenverfügbarkeit und -qualität, bürokratische Hindernisse erlauben wenig Flexibilität, Personalfluktuatation

Projekt:	Förderung der Forstwirtschaft
Land:	Fidschi
Projektziel:	Aufbau eines Naturwald-Monitoringsystems
Träger:	Forstministerium
Instit. Einbindung:	k. A.
Implementierungskosten:	GIS-Komponente: DM 1,5 Mio.
Projektlaufzeit:	12/1985 - 06/1993
Fachpersonal der GIS-Einheit:	Consultingleistungen in den Bereichen Fernerkundung und GIS
Anzahl Fachmonate:	18
Hard- und Software:	Zwei Tower-PCs incl. diverses Zubehör, PC-Vernetzung, PC-ERDAS Software
Aktivitäten:	<ul style="list-style-type: none"> ● Schaffung der technischen und personellen Voraussetzungen für ein forstliches Monitoring-system ● Einrichtung eines nutzer-orientierten Monitoring-systems durch <ol style="list-style-type: none"> 1. Anpassen forstlicher Grundkarten 2. Anlegen von Dauerbeobachtungsflächen 3. Anpassen von neuen Waldfunktionskarten 4. Ausbilden von Partnerfachkräfte 5. Organisieren von regionaler Zusammenarbeit 6. Fördern von Zusammenarbeit der GIS-Nutzer
Hauptproblem:	Fehlende Entscheidungsgrundlage für den Aufbau eines GIS-Monitoringsystems

Projekt:	Landuse Planning and Mapping Kalimantan
Land:	Indonesien
Projektziel:	Verbesserung der Methoden von Landnutzungskartierung / -planung bei BPN sowie die Umsetzung auf Provinzebene in Kalimantan
Träger:	National Land Board (Badan Pertanahan Nasional-BPN)
Instit. Einbindung:	Auf nationaler Ebene innerhalb von BPN beim Direktorat für Landnutzung eingebunden; auf Provinzebene in der Abteilung Landnutzung bei den jeweiligen BPN-Behörden der unterschiedlichen Provinzen eingegliedert
Implementierungskosten:	ca. DM 4,5 Mio. (Phase 1)
Projektlaufzeit:	1991-1994 (Phase 1)
Entsandtes Fachpersonal der GIS-Einheit:	1 GTZ - TL für GIS, 1 GTZ-Fachkraft für Landnutzungsplanung; 1 GTZ-Fachkraft für Kartographie
Anzahl Fachmonate:	51 FM
Hard- und Software:	PC's 486, Peripheriegeräte zur Dateneingabe und -ausgabe, GPS, ERDAS und ARC/Info-Software für 14 Arbeitsplätze
Aktivitäten:	Trainingskurse in Fernerkundung und GIS, Aufbau eines zentralen Trainingscenters sowie dezentraler GIS-Einheiten auf Provinzebene, Methodeneentwicklung im Bereich Landnutzungskartierung / -planung, Beratung von BPN bei der inter-institutionellen Koordination mit anderen Behörden im Bereich Landnutzungsplanung
Hauptprobleme:	Institutionelle Koordination, Datenaustausch, ungeklärte Mandatsfrage für Landnutzungsplanung

Projekt:	Desertifikationsmonitoring Patagonien
Land:	Argentinien
Projektziel:	Aufbau und Nutzung eines ökologischen Monitoringsystems (EMS) zur Desertifikationsbekämpfung in Patagonien
Träger:	Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria
Instit. Einbindung:	Hauptsitz INTA, Bariloche, Provinz Rio Negro und vier dezentrale Projekteinheiten mit verschiedenen lokalen Partnern
Implementierungskosten:	GTZ: GIS-Komponente 2,0 Mio. DM
Projektlaufzeit:	1990 - 1994
Fachpersonal der GIS-Einheit:	1 Fernerkundungs- / GIS-Fachkraft 1 lokaler GIS-Manager 8 Counterparts für die Bereiche Fernerkundung/GIS
Anzahl Fachmonate:	36
Hard- und Software:	PC 486, Peripheriegeräte, ERDAS und Arc/Info-Software für sechs Arbeitsplätze
Aktivitäten:	Methodenentwicklung EMS, Erfassung der Indikatoren der Desertifikation und Analyse der Wirkungszusammenhänge, Identifizierung von Transsekten als Dauerbeobachtungsflächen, Integration sozioökonomischer Daten, Felderhebungen, Verknüpfung von Fernerkundung und thematischen Informationen in einem GIS, Datenbankmanagement
Hauptproblem:	Definition der sowohl für die Felderhebung als auch für die Fernerkundungsinterpretation relevanten Indikatoren des Desertifikationsprozesses

10 Empfehlungen für den Einsatz von GIS

Wie in Kapitel 3.2 bereits ausführlicher erläutert, kann der Einsatz von GIS in bzw. für TZ-Projekte in recht unterschiedlicher Form und mit sehr unterschiedlicher Zielsetzung erfolgen. Grundsätzlich sollte aber bei der Planung und Implementierung von GIS-Projekten oder GIS-Komponenten in einem Projekt unbedingt streng systematisch vorgegangen werden. Hierbei bietet sich ein Vorgehen entsprechend der in ZOPP vorgesehenen Arbeitsschritte an.

In einer **Beteiligtenanalyse** gilt es zunächst alle an der Realisierung direkt oder indirekt beteiligten Organisationen und ihre Interessen und Erwartungen zu erfassen. In einem zweiten Schritt sollten die identifizierten Organisationen zu einer Problemanalyse eingeladen werden. In dieser Problemanalyse sind dann zunächst die Zuständigkeiten für raumrelevante Entscheidungen in den Organisationen zu analysieren. Insbesondere ist dabei zu klären "Wer ist für was zuständig?" und "Wer wird wann, wie und auf welcher Entscheidungsebene in Planungs- und Entscheidungsprozesse einbezogen?".

Als nächster Schritt sollte eine Analyse der **Personal- und Infrastruktur-Ausstattung der Trägerinstitution** sowie der übrigen, eventuell beteiligten Institutionen erfolgen. Gleichzeitig sollte auch eine Inventur der bestehenden raumbezogenen Daten vorgenommen werden. Hierbei sind insbesondere Fragen bezüglich Zugang, Format, Aktualität, Vollständigkeit und Genauigkeit der Datenbestände zu stellen. Ziel der Problemanalyse ist es, Schwachstellen bzw. Defizite zu identifizieren, die durch Projektmaßnahmen behoben werden können.

In der **Zielanalyse** (vgl. Kap. 3.2.1) sollten dann die Ziele für den GIS-Einsatz klar festgelegt und Verfahrensweisen identifiziert werden, die die sinnvolle Nutzung der GIS-Ergebnisse sicherstellen.

Aufbauend auf diese Vorarbeiten können dann in einer **Alternativen-Analyse** schließlich verschiedene potentielle Lösungsansätze als mögliche Projektstrategien diskutiert werden. Insbesondere ist an dieser Stelle zu diskutieren, welche Arbeiten *projekintern* durchgeführt und welche Arbeiten an *projektexternen Institutionen* oder *Consultingfirmen* als Auftragsarbeiten vergeben werden sollen. Desweiteren müssen in diesem Arbeitsschritt die verschiedenen Möglichkeiten der institutionellen Einbindung von GIS analysiert werden. Darauf aufbauend ist dann eine Entscheidung hinsichtlich der Trägerorganisation zu fällen, soweit diese Frage nicht bereits im Vorfeld entschieden wurde. Als Endergebnis der Alternativenanalyse sollte eine klar

definierte *Projektstrategie* für den GIS-Einsatz stehen. Diese Strategie sollte außer der generellen Vorgehensweise auch eine detaillierte Abschätzung der Kosten und des voraussichtlichen Zeitaufwandes sowie einen realistischen Zeitplan umfassen.

10.1 Institutionelle Empfehlungen

Die Planung und Implementierung eines GIS-Projektes, das über die in Kap. 3.2.1 angesprochene projektinterne *Werkzeugfunktion* hinausgeht, sollte immer mit einer Trägerqualifizierung durch Maßnahmen der Organisationsentwicklung einhergehen.

Als erster Schritt der Planung eines GIS sollten die Beteiligten im oben genannten Verfahren Ziele für den Einsatz festlegen. Dabei ist es oftmals hilfreich, eine Bedarfsanalyse durchzuführen, um die Frage "Wie kann GIS zu besserer raumbezogener Planung und Entscheidungsfindung beitragen?" zu klären.

Hierbei kommt der 'richtigen' Platzierung des GIS im Aufbau einer Organisation eine wichtige Rolle zu. Um die Unabhängigkeit und Querschnittsfunktion eines GIS zu gewährleisten und Konflikte zu vermeiden, hat es sich bewährt, das GIS nicht an eine Fachabteilung, sondern an eine dem Management direkt unterstellte *Stabsstelle* (z.B. Planungsabteilung, Monitoring) anzuhängen.

Wichtig für die 'Akzeptanz' des GIS im Ablauf von Entscheidungsfindungen ist die Offenlegung der Arbeitsweise, ein uneingeschränkter Zugang zu den Ergebnissen und ein Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Nutzern.

Um den Austausch von Informationen zu gewährleisten, müssen zunächst die Daten- und Informationsflüsse analysiert werden. Anschließend muß die Verfahrensweise beim Datenaustausch festgelegt werden. Dazu gehört eine Festlegung der Datengenauigkeit, -inhalte und -formate. Bei projektübergreifenden GIS (Service-GIS und Institutionen-GIS) ist es ferner notwendig, Zuständigkeiten bei der Datenerhebung, der -haltung und -aktualisierung zu vereinbaren. Zu diesem Zweck haben sich *Steering Committees* mit Vertretern der einzelnen Organisationen als hilfreich erwiesen.

10.2 Technische Empfehlungen

Da GIS ihre Daten in der Regel in einem DBMS verwalten, sind unvorhergesehene Betriebsstörungen für deren Konsistenz und Sicherheit fatal.

Technische Einrichtungen für den sicheren Rechnerbetrieb sind daher ein Muß! Sollen Daten über längere Zeit (2 bis 20 Jahre) sicher aufbewahrt werden, müssen diese regelmäßig geprüft und auf sichere Datenträger umkopiert werden.

Hardwarekomponenten müssen so ausgewählt werden, daß rasche Wartung und Reparatur gewährleistet sind. Verschleißanfällige Geräte (z.B. Drucker, Plotter oder Bandlaufwerke) sollten möglichst doppelt vorhanden sein. Bei der Auswahl von Hard- und Software muß der Einbindung in eine schon vorhandene Service-Infrastruktur besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Erfahrungsgemäß werden nahezu alle DV-Systeme bei der Ersteinführung unterdimensioniert. Es ist deshalb sehr wichtig, daß ein GIS in allen Aspekten (Verarbeitungsgeschwindigkeit, Datenspeicherung, Funktionalität und Vernetzung) von der Anfangskonfiguration aus erweiterbar ist.

Vor dem Kauf einer GIS-Software oder Hardware ist zu klären, welches der mehr als 200 auf dem Markt befindlichen GIS-Programme für die - zuvor möglichst genau zu spezifizierende - Zielsetzung in Frage kommen. Jedes Produkt hat seine spezifischen Stärken und Schwächen, die von Fall zu Fall geprüft werden müssen. Dazu kommt noch, daß die Hersteller ihre Produkte weiterentwickeln, so daß Bewertungen zu einem bestimmten Zeitpunkt später nicht mehr zutreffen müssen. Generell kann davon ausgegangen werden, daß bei kommerziell vertriebenen Systemen, die eine größere Verbreitung aufweisen, eine Weiterentwicklung und Unterstützung seitens des Anbieters eher gegeben ist, als bei spezielleren GIS-Programmen, die oftmals im universitären Rahmen entwickelt werden. Auch die Repräsentanz eines Anbieters in der Einsatzregion sollte ein wichtiges Auswahlkriterium bilden.

Vor der Auswahl eines Systems ist eine Analyse der voraussichtlichen Anwendungen unumgänglich, einige prinzipielle Kriterien sind jedoch allgemeingültig. Systeme, die auf MS-DOS basieren, können die durch das Betriebssystem bedingten Schranken nicht durchbrechen: Plattenspeicherplatz und Arbeitsspeicher sind dadurch relativ stark begrenzt und bestimmte Kombinationen von Grafikkarten, Magnetbandspeicher, Plotter, Digitalisiergerät, Netzwerkadapter sind nicht lauffähig. Andererseits gehören MS-DOS / PC-Systeme mit entsprechend vorgebildeten lokalen Fachkräften, sowie eine auf MS-DOS / PC ausgerichtete Serviceinfrastruktur bereits zur etablierten Technik vieler Entwicklungsländer.

Ein Workstation-System (UNIX-WS) bietet fast grenzenlose Ausbaufähigkeit, Mehrbenutzer- und Mehrprogrammbetrieb. Es erfordert jedoch ein gewisses *Know-How* beim Betrieb des Systems. Hierbei ist zu beachten, daß gegenwärtig entsprechend ausgebildete lokale Fachkräfte sowie Servicestrukturen für diese Systeme selbst in verhältnismäßig weit entwickelten Entwicklungsländern (wie z.B. den Philippinen) noch kaum verfügbar sind.

Eine Reihe von GIS-Anbietern bieten mehrere Versionen ihrer Systeme an, für jeweils unterschiedliche Betriebssysteme. Das eröffnet dem Anwender die Möglichkeit, zunächst auf der MS-DOS PC-Ebene einzusteigen und sich gleichzeitig die Option offen zu halten, später auf die Workstation-UNIX Ebene *aufzurüsten*.

Bei der Auswahl von Hard- und Software sollten außerdem Benutzerfreundlichkeit und arbeitsergonomische Aspekte in besonderem Maße berücksichtigt werden. So sollten Monitore, die überwiegend für graphische Anwendungen benutzt werden, möglichst eine Bildschirmdiagonale von 17 Zoll oder größer bei einer Auflösung von mindestens 1024 x 768 Bildpunkten und 256 Farben aufweisen. Disketten sind für die Datensicherung selbst kleiner Bestände an GIS-Daten ungeeignet, ein Wechseldatenspeicher größerer Kapazität ist erforderlich.

10.3 Empfehlungen zu Ausbildung und Training

Entscheidend für den Erfolg eines GIS ist, daß die Beteiligten professionell mit dem System umzugehen verstehen. Dies bedeutet jedoch nicht, daß alle Beteiligten das System selbst bedienen können müssen. Vielmehr bedarf es Schulungen auf verschiedenen Ebenen. Bei Entscheidungsträgern sollte ein Verständnis für das Potential eines GIS für raumbezogene Planungen herbeigeführt werden. System- und Datenbankmanager sollten in der Lage sein, eigenverantwortlich Datenbanken zu definieren, zu erstellen, zu aktualisieren und Anwendungen auszuführen. Techniker müssen in die Lage versetzt werden, selbständig geographische Daten und Sachdaten in eine GIS-Datenbank überführen zu können.

Ziel von zeitlich und inhaltlich genau *begrenzten Trainingsmaßnahmen* ist die möglichst rasche Qualifizierung von Projektpersonal im Hinblick auf ganz bestimmte, zur Bedienung eines GIS notwendige Spezialkenntnisse. *Ausbildungsmaßnahmen* zielen hingegen auf eine mehr allgemeine und systemunabhängige GIS-Qualifizierung ab, bei der zusätzlich meist auch eine formale Qualifikation angestrebt wird. Die Wahl zwischen Trainings- und Ausbildungsmaßnahmen hängt von den Zielsetzungen und dem Typ des GIS ab. Während Trainings auch im Projekt selbst durchgeführt werden können, werden Ausbildungsmaßnahmen meist von externen Institutionen angeboten. Im folgenden sind einige Vor- und Nachteile der zwei Ansätze aufgezeigt:

Schulung im Projekt

Vorteile: - Arbeiten unter 'realen'
Projektbedingungen
- Incentive für Teilnehmer

Nachteile: - Verfügbarkeit des Teilnehmers
durch weiterlaufende Aufgaben
eingeschränkt
- oftmals kein Incentive trotz
Mehrbelastung über einen
längeren Zeitraum

Externe Schulung

Arbeiten unter 'optimalen'
Schulungsbedingungen

z.T. recht teuer
Unterrichtsmaterialien/-inhalte
z.T. ohne Problembezug zum
Projekt
Freistellung von Projekt-
mitarbeitern schwierig

GIS-Schulungen sollten immer auf die Bedürfnisse der Teilnehmer eingehen und - soweit möglich - Beispieldaten aus den Projekten verwenden. Dies ermöglicht eine bessere Umsetzung des Gelernten in die Praxis und kann u.U. als erster Schritt zum Aufbau einer GIS-Datenbank in der eigenen Institution dienen. Dazu sollten die Teilnehmer neben grundlegenden GIS-Kenntnissen auch Kenntnisse der GIS-Software erhalten, die im Projekt eingesetzt werden soll.

Mehrphasige Schulungskonzepte haben dabei Vorteile gegenüber eingliedrigem. So kann Erlerntes ohne großen Zeitverzug in den Projektalltag umgesetzt werden (ein entsprechendes System sollte im Projekt vorhanden sein) und Schwierigkeiten in der Umsetzung können bei nachfolgenden Schuleinheiten aufgegriffen werden.

Trainingsmaterialien sollten neben der Dokumentation des Unterrichtsstoffs Übungen enthalten, die es dem Teilnehmer ermöglichen, selbständig Anwendungen anhand von Fallbeispielen zu lösen. Videofilme können hierbei unterstützend eingesetzt werden.

10.4 Projektspezifische Empfehlungen

Das folgende Schema soll noch einmal den typischen Ablauf der Planung und Implementierung eines GIS unter Berücksichtigung der Nutzerbeteiligung darstellen:

1. Sensibilisierung

Der erste Schritt ist die Sensibilisierung aller Beteiligten für GIS. Dies kann zum Beispiel durch Demonstrationsveranstaltungen im Projekt oder durch Besuch von Fachaustellungen erfolgen.

2. Situationsanalyse

Der zweite Schritt besteht in einer detaillierten Situationsanalyse. Hier sollte die Beteiligtenanalyse, die Problem-, Ziel- und Alternativenanalyse durchgeführt werden. Neben der Identifizierung der Beteiligten mit ihren jeweiligen Interessen und Bedürfnissen und der Zielsetzung des GIS-Einsatzes sind zusätzlich folgende Fragen zu klären:

- Wofür und in welchem Umfang soll das geplante GIS benutzt werden ?
- Welche Systemtypen (Vektor- oder Raster-GIS) kommen für die jeweiligen Anwendungen in Frage ?
- Welche finanziellen Mittel sind für die Beschaffung und den Betrieb des GIS notwendig ?
- Welche personellen Voraussetzungen sind gegeben (Anzahl, Qualifikation, Verfügbarkeit der Mitarbeiter) und welcher Ausbildungs- und Trainingsbedarf ergibt sich daraus ?
- Welche organisatorischen und institutionellen Konsequenzen wird die GIS-Implementierung voraussichtlich haben und welcher zusätzlicher Beratungsbedarf hinsichtlich Organisationsentwicklung ergibt sich daraus ?

3. Datenbank-Design

Im dritten Schritt werden die definierten Ziele des GIS-Einsatzes operationalisiert. Hier soll eine detaillierte Untersuchung der gegebenen Datensituation vorgenommen werden. Neben den verfügbaren Datenbeständen muß der zusätzliche Datenbedarf identifiziert werden. Schließlich müssen in diesem Arbeitsschritt die notwendigen GIS-Analyseschritte festgelegt und die GIS-Datenbank definiert werden.

4. Evaluierung des Systems

Erst nach der Festlegung der Inhalte der geplanten GIS-Datenbank sollten verschiedene GIS-Systeme auf ihre Eignung für die vorgesehenen Anwendungen geprüft und ein geeignetes System beschafft werden.

5. Operationsplan

Die vorausgegangenen Untersuchungen sollten in einen Implementierungsplan zusammengefaßt werden. Darin sollten die folgenden Arbeitsschritte und die damit zu erzielenden Ergebnisse in einer separaten GIS-Implementierungs-PPÜ festgehalten werden. Gleichzeitig werden nach dem üblichen Verfahren Personal- und Finanzbedarf und zeitliche Vorgaben festgelegt und entsprechende Indikatoren für die Durchführungskontrolle definiert.

6. Beschaffung und Start der Implementierung

In diesem Arbeitsschritt wird das GIS-System beschafft und installiert, Personal ausgebildet und die GIS-Datenbank aufgebaut. Gleichzeitig wird mit den ersten Anwendungen begonnen. Der Aufbau der GIS-Datenbank ist der kosten- und zeitintensivste Teil der Implementierung. In dieser Phase ist darauf zu achten, daß durch Qualitätskontrollen und Datensicherungsverfahren die gewünschten Datenstandards gewährleistet und die Aktualisierung der Datenbestände sichergestellt werden.

7. GIS in der Operationsphase

In dieser letzten Phase ist der Aufbau der GIS-Datenbank abgeschlossen. Verfahren sind etabliert, die den Bestand der Datenbank und die Verfügbarkeit der von der Institution benötigten Informationen sicherstellen. Der Aufbau eines internen und externen Netzwerks für Informationsaustausch und Koordinierung (horizontal und vertikal) sollte gefördert werden. Die systematische Einbindung des GIS-Konzepts in Planungs- und Entwicklungsprozesse muß erreicht werden, ebenso die Verbesserung von Planungsmethoden mittels GIS-Unterstützung. Die Wirkungen des GIS-Einsatzes sollten periodisch bewertet und gegebenenfalls Fehlentwicklungen gegengesteuert werden.

Wichtig für die Auswahl, die Beschaffung und den Einsatz von GIS ist eine professionelle Beratung durch einen GIS-Experten. Hierzu können Anfragen an die Abteilung 4250 in der GTZ-Zentrale gerichtet werden.

11. Literatur

11.1 Im Leitfaden zitierte Literatur

- ARONOFF, S. (1989):** Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL Publications, Ottawa / Ontario.
- BILL, R. & FRITSCH, D. (1991):** Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1: Hardware, Software und Daten. Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe.
- BRASSEL, K. (1987):** Geographische Informationssysteme. Veranstaltung am Geographischen Institut der Universität Zürich-Irchel.
- EHLERS, M., 1993.** Developments in Remote Sensing: Techniques and Applications, in: Czeranka, M. Ehlers (Hrsg.) *Forschungsberichte zu GIS und Fernerkundung: neue Konzepte und Anwendungen*. Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 9, pp. 39-47.
- GOODCHILD, M.F. & KEMP, K.K. (1990):** NCGIA GIS Core Curriculum, National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, Santa Barbara.
- GTZ (1993):** Ländliche Regionalentwicklung - LRE-AKTUELL. Strategieelemente für eine Umsetzung des LRE-Konzeptes unter veränderten Rahmenbedingungen. Schriftenreihe der GTZ, Nr. 232, Eschborn.
- KRESSIRER, R. & SALZER, W. (1992):** Monitoring und Evaluierung in Projekten der Technischen Zusammenarbeit - Ein Orientierungsrahmen. GTZ, Eschborn.
- STAR, J. & ESTES, J. (1990):** Geographic Information Systems: An Introduction. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1991):** Feinkonzeption des Räumlichen Informations- und Planungssystems (RIPS) im Rahmen des ressortübergreifenden Umwelt-Informationssystem Baden-Württemberg (UIS). Schleupen Computersysteme GmbH, IPF Univ. Karlsruhe, IP Univ. Stuttgart, FAW an der Univ. Ulm.

11.2 Auswahl weiterer Veröffentlichungen

Die Anzahl von Publikationen im GIS-Bereich hat sich in den letzten Jahren geradezu sprunghaft vergrößert. Erste Lehrbücher haben mittlerweile fast zehn Jahre Tradition. Bei weitem dominierend sind englische Beiträge, mit Abstand gefolgt von deutschsprachiger Literatur. Aus dem französischen und spanischen Sprachraum wurde bisher wenig zu diesem Thema publiziert. Aus anderen Sprachen liegen nur sporadische und dann auch fast ausschließlich anwendungsbezogene Beiträge vor.

In der Literaturdatenbank des AK-GIS sind zur Zeit über 5000 Titel - auch grauer GIS-Literatur - erfaßt, von denen allerdings nur weniger als 5% einen direkten Bezug zur Entwicklungszusammenarbeit haben. Angesichts der Fülle an GIS-Publikationen werden im nachfolgenden nur einige ausgewählte Hinweise zu Büchern und Zeitschriften aufgeführt.

Das Literatur-Informationssystem ist - auf der Basis von ISIS - in der Bibliothek der GTZ für Interessierte zugänglich.

11.2.1 Bücher

- BARTELME, N. (1989):** GIS-Technologie: Geoinformationssysteme, Landinformationssysteme und ihre Grundlagen. ISBN 3-540-50410-9, Springer-Verlag, Berlin.
- BORLEY, S.F.H. (1991):** A Review on the Literature on the Use of Geographical Information Systems in Developing Countries. ISBN 0-903522-26-8, No. 15 Occasional Pub.Series of the Univ. of Sheffield, Sheffield.
- BURROUGH, P.A. (1993):** Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. ISBN 0-19-854592-4, Oxford University Press, 2. Aufl., Oxford.
- GÖPFERT, W. (1991):** Raumbezogene Informationssysteme. ISBN 3-87907-232-9, 2. Auflage, Wichmann Verlag, Karlsruhe.
- HUXHOLD, W. E. (1991):** An Introduction to Urban Geographic Information Systems, ISBN 0-19-506535-2, Oxford University Press, Oxford.
- MAGUIRE, D., GOODCHILD M. & RHIND D. W. (EDS.) (1991):** Geographical Information Systems. Principles and Applications (Vol. I: Principles; Vol. II: Applications), ISBN 0-582-05661-6, Longman Publ., Cambridge.

MASSER, I. & BLAKEMORE M. (EDS.) (1991): Handling Geographical Information: Methodology and Potential Applications. ISBN 0-582-06730-8, Longman Publ., Cambridge.

RHIND, D. & COUNSEY, H. (1990): Understanding Geographic Information Systems. ISBN 0-85066-775-5, Taylor and Francis, London

SIMONETT, O. G. (1992): Geographic Information Systems for Environment and Development. Dissertation, Universität Zürich. Zürich.

11.2.2 Zeitschriften

CARTOGRAPHY AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, Journal of the American Congress on Surveying and Mapping, vierteljährlich.

GEO-INFORMATION-SYSTEME, vierteljährlich, Wichmann Verlag, Karlsruhe.

GEO INFO SYSTEMS, 10 Ausgaben jährlich, Aster Publishing Corporation, USA.

GIS EUROPE, 10 Ausgaben jährlich, GIS Europe Inc., Niederlande.

GIS WORLD, 6 Ausgaben jährlich, GIS World, Inc., Fort Collins, USA

INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS, vierteljährlich, Taylor and Francis, London, New York, Philadelphia.

MAPPING AWARENESS AND GIS IN EUROPE, 10 Ausgaben pro Jahr von Miles Arnold Ltd. OX8 1 DL, England.

PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING, Journal of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, monatlich.

SURVEYING AND LAND INFORMATION SYSTEMS, Journal of the American Congress on Surveying and Mapping, vierteljährlich.

11.3 Adressen

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Remote Sensing Centre (AGRT)
Via delle Terme di Caracalla
00100 Rome, ITALY
Tel.: 396/57975583
Fax: 396/57975731

United Nations Environment Programme (UNEP)

Global Resources Information Database (GRID), Coordination Unit
P.O.Box 30552m, Nairobi, KENYA
Tel: 2542/23 08 00

Asian Institute of Technology (AIT)

Remote Sensing Laboratory
P.O. Box 2754
Bangkok 10501, THAILAND
Tel: 662/524 55 77
Fax: 662/524 55 97

National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA)

University of California
Santa Barbara, California 93106, USA
Tel: 1805/893 82

Inter-Governmental Authority on Drought and Development (IGADD)

P.O. Box 26 53
Djibouti, DJIBOUTI
Tel: 253/35 40 50
Fax: 253/35 62 84

International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC)

P.O.Box 6
7500 AA Enschede, The Netherlands
Tel: 3153/87 44 44
Fax: 3153/87 44 00

United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)

European Office
Environmental Training Programme
Palais des Nations
CH-1211 Geneva 10, SWITZERLAND
Tel: 41 22/798 84 00
Fax: 41 22/798 13 83

Regional Centre for Services in Surveying, Mapping and Remote Sensing (RCSSMRS)

P.O. Box 18 118, Nairobi, KENYA
Tel: 2542/80 3320/9
Fax: 25 42/80 27 67

AGHYMET

B.P. 11011
Niamey, NIGER
Tel: 227/73 31 16
Fax: 227/73 24 35

INFOTERRA - Programme Activity Centre

UN Environment Programme
P.O. Box 30 552
Nairobi, KENYA
Tel: 254-2-230-800 or 520-600
Fax: 254-2-226-949 or 226 890
Telex UNEP KE

Regional Centre for Training in Aerospace Surveys (RECTAS)

Ile Ife, NIGERIA
P.M.B. 55 45, O.A.V. Campus
Fax: 234-36-230481

African Organisation for Cartography and Remote Sensing (ACRS/OACT)

B.P. 102 Hussein Dey
Alger, Algeria
Tel: 213-2-777 938
Fax: 213-2-777 934

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)

Friedrich-Ebert-Allee 114-116
53113 Bonn
Tel: 0228-53 51
Fax: 0228-53 52 02

Deutscher Entwicklungsdienst (DED)

Kladower Damm 299-327
14089 Berlin 22
Tel.: 030-36 50 90

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)

Arbeitskreis GIS, c/o OE 4250
Dag-Hammerskjöld-Weg 1,
65760 Eschborn
Postfach 51 80, 65726 Eschborn
Tel: 06196-79-1309
Fax: 06196-79-1115

World Resources Institute (WRI)

1709 New York Avenue NW
Washington DC 20006, USA
Tel: 202-662-2583
Fax: 202-638-0036
Telex 64414 WRI WASH

Environment and Remote Sensing Institute (ERSI)

Harare, SIMBABWE
Fax: 263-4-731 049

Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE)

Geschäftsführung und Zentralverwaltung
Rauchstr. 25
13587 Berlin 30
Tel: 030-26-06-1

Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft (ZEL)

Wielinger Str. 52
82340 Feldafing/Obb.
Tel.: 08157/38-0

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Palmengartenstr. 5 - 9
60325 Frankfurt
Tel: 069/743 10

12 Glossar

Attribute kennzeichnen thematische Inhalte von raumbezogenen Objekten. Siehe hierzu die Ausführungen zu den \supset **Sachdaten**.

Beteiligtenanalyse ist der erste Schritt im Rahmen des ZOPP-Ablaufmodells, um Klarheit über Interessen und Beziehungen zu gewinnen, die den Problemen zugrunde liegen. Problemsicht oder Problemformulierungen sind von den Interessen oder dem jeweiligen Standpunkt abhängig.

Counterpart (CP) ist ein Angehöriger eines Entwicklungslandes, der in einem Projekt der deutschen Technischen Zusammenarbeit i. d. R. als qualifizierte einheimische Fachkraft mit einer entsandten Fachkraft (Experte) zusammenarbeitet.

CPU ist die Zentraleinheit eines Rechners. Sie ist das Kernstück einer EDV-Anlage und besteht aus Rechenwerk, Steuerwerk und Arbeitsspeicher.

Dateisystem unterscheidet sich vom \supset **Datenbanksystem** dadurch, daß keine zentralen, sondern parallele, von der Anwendung abhängige Datenbestände geführt werden. Hinsichtlich der Datenstruktur und -sicherheit werden keine allzu hohen Anforderungen gestellt.

Datenbank (DB) kennzeichnet die zentrale Komponente eines GIS. In ihr sind die raumbezogenen Daten geordnet hinsichtlich ihrer Position, Topologie und Thematik. Das \supset **Datenbankmanagementsystem (DBMS)** sorgt für die Datenkonsistenz und den Datenschutz.

Datenbankmanagementsystem (DBMS) trägt zu einer reibungslosen Übertragung der Daten eines \supset **Datenbanksystems** innerhalb der externen, konzeptuellen und der internen Ebene bei. Es sichert die Daten bei Mehrfachzugriffen, sorgt für die Datenkonsistenz und gewährleistet somit einen funktionsfähigen Datenbestand. Eine andere Bezeichnung ist mit dem Datenbankverwaltungssystem gegeben.

Datenbanksystem ergibt sich aus der Kombination des \supset **Datenbankmanagementsystems** mit den Daten, die in mehreren \supset **Datenbanken** abgespeichert sein können. Als Datenbanksystem sollte nur ein System bezeichnet werden, das über Mechanismen wie ein Transaktionskonzept, Objektdefinitionen sowie -relationen usw. verfügt.

Digitale Bildverarbeitung (DBV) ist der Sammelbegriff für ein Fachgebiet, zu deren Entwicklung viele Einzeldisziplinen wie z.B. Elektro- und Nachrichtentechnik, Physik, Mathematik, Informatik,

Optik und Optoelektronik sowie die Ingenieurwissenschaften beigetragen haben. Ihre Methoden und damit verbunden entsprechende Softwarewerkzeuge werden zur Auswertung von digitalen Bildern herangezogen.

Durchführungsplanung ist eine detaillierte, umfassende Planung oder Plananpassung von Einzelschritten der Projektdurchführung, die gemeinsam durch das GTZ- und Partnerpersonal im Projekt erstellt wird.

Ebenenprinzip ist ein thematisches Modell in der raumbezogenen Datenehaltung zur Separation unterschiedlicher thematischer Daten. Dabei sind die Geometriedaten in verschiedenen, gleichberechtigten Ebenen vorgehalten, die dann durch Überlagerung zur gewünschten Darstellung führen. Der einheitliche Raumbezug erfolgt hierbei durch die Position. Der Gegensatz zum Ebenenprinzip ist das Objektklassenprinzip.

Effizienz (Kosten/Nutzen-Verhältnis) Die Effizienzmessung gibt Auskunft darüber, ob der im Rahmen der Zielsetzung feststellbare Nutzen den Aufwand rechtfertigt. Quantitative Kosten/Nutzen-Analysen sind allerdings meist mit hohen Kosten und mit einem verhältnismäßig hohen analytischen und zeitlichen Aufwand verbunden, zumal in den EL das dazu erforderliche Datenmaterial weitgehend fehlt.

Evaluierung In der Terminologie der Managementpraxis bezeichnet der Begriff Evaluierung eine Überprüfung des Projektfortschrittes, die sich auch auf die Ziele erstreckt und auch zur Änderung der Ziele führen kann.

EVAP ist die Abkürzung des Vierkomponenten-Modells eines GIS hinsichtlich seiner Aufgaben: Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation.

Fachkraft ist ein Funktionsträger/Stelleninhaber in einem Projekt/Programm, lokaler oder externer Berater oder Einzelsachverständiger mit entsprechender Qualifikation und wahrzunehmender fachlicher Aufgabenstellung.

Folgekosten/Folgelasten bezeichnen die nach Beeudigung der deutschen Förderung oder im Zusammenhang mit dem anvisierten Nutzen stehenden Aufwendungen / Veränderungen z. B. für das Partnerland, den Projektträger, die Zielgruppe etc.

Förderungsphase, aktuelle bezeichnet die Laufzeit von Projekten der Partnerländer (oft 10 Jahre und mehr). Die Erkenntnis, daß ein Projekt sich selten "in einem Stück" realisieren läßt, machte eine Unterteilung in mehrere Phasen (Etappen) notwendig.

GB steht für (Gigabyte) und bezeichnet ein Maß für Datenmengen. 1 GB = 230 Bytes = 1024 MB.

Geometriedaten sorgen für den Raumbezug sowie die geometrische Definition eines raumbezogenen Objekts. Für die geometrische Darstellung können sowohl \supset **Vektordaten** als auch \supset **Rasterdaten** dienen. Die äußere Geometrie (Metrik) sorgt für die maßstabgerechte Abbildung, wobei die innere Geometrie (\supset **Topologie**) Nachbarschaftsbeziehungen aufzeigt.

Graphikdaten erhält man aus der Geometrie, indem graphische Beschreibungen-Informationen hinzugefügt werden. Beispiele für graphische Beschreibungen sind Symbole, Schraffur, Grauwerte und Texte. Früher waren die Anweisungen zur Erzeugung von Graphikdaten in Zeichenvorschriften vorhanden.

Hardware ist der Sammelbegriff für die physikalischen Komponenten eines Computersystems. Bei GIS wird ebenso die gesamte Peripherie vom Digitizer bis hin zum Filmbelichter unter diesen Ausdruck subsumiert.

HSDA ist die Abkürzung für das Vierkomponenten-Modell eines GIS hinsichtlich seines Aufbaus: Hardware, Software, Daten und Anwender.

IMAP ist die englische Übersetzung von \supset **EVAP** und kennzeichnet die Aufgaben eines GIS: Input, Management, Analysis and Presentation.

Implementierung bedeutet im weiten Sinne Durchführung oder Vollzug. Im engeren Sinne wird damit das Problem der Durchsetzung von Innovationen, der Umsetzung von Planungen oder der Einführung von neuartigen Aufgaben bezeichnet.

Indikator, objektiv nachprüfbar (ONI) ist eine vereinbarte Meßgröße zur konkreten Beschreibung (i. d. R. quantitativen, qualitativ, zeitlich / zeitphasenbezogen) eines Zustandes (Problem, Ziel- oder Ausnahmebeschreibung).

Informatik bezeichnet eine wissenschaftliche Studienrichtung der Informationsverarbeitung, die sich insbesondere mit dem Einsatz von digitalen Rechenanlagen (Computern) auseinandersetzt. Innerhalb der GIS kommt der Informatik eine besondere Rolle zu, da sie u.a. \supset **Datenbanken** und dazugehörige Abfragesprachen entwickelt.

Informationssystem (IS) ist ein Frage-Antwort-System zum rechnergestützten Behandeln und Analysieren von Daten und Informationen. Seine Funktionen können durch ein Vierkomponentenmodell wiedergegeben werden: Aufnahme, Speicherung, Verarbeitung und Wiedergabe der Daten und Informationen.

Institutionenförderung bezeichnet die Förderung der Entwicklung von Institutionen im Hinblick auf ihre Aufgaben, Ziele oder Funktionen unter Berücksichtigung der normativen und sozialen Dimension.

Landinformationssysteme (LIS) sind eine besondere Ausprägung von GIS. Sie werden von den Vermessungsbehörden aufgebaut und geführt, wobei sie sich in erster Linie auf die vermessungstechnische Abbildung der Erdoberfläche in der Form von digitalen Karten und Eigentumsnachweisen beziehen.

Local Area Network (LAN) ist der Begriff für ein lokales Netzwerk, in das verschiedenartige Rechner zwecks gemeinsamer Ressourcennutzung und Datenaustausches eingebunden werden.

MB steht für (Megabyte) und ist ein Maß für Datenmengen. 1 MB = 2²⁰ Byte = 1024 Kilobyte (KB)

Objekt ist die Bezeichnung für ein raumbezogenes Element - auch Geoelement genannt -, dem eine Geometrie und Thematik zugeordnet werden kann. Jedes Objekt gehört zu einer \supset **Objektklasse**, deren Eigenschaften das Objekt kennzeichnen.

Objektklassenprinzip kennzeichnet eine Methode des thematischen Modellierens in der raumbezogenen Datenhaltung. Dabei gibt es eine Hierarchie zwischen Objektklasse, \supset **Objekt** und Objektteil, die nach oben offen ist. Diese Hierarchie kann streng eingehalten werden, was zu einem thematischen Baum führt, oder aber es werden netzwerkartige Verknüpfungen zugelassen - dies resultiert in dem thematischen Netzwerk.

Objektorientiertes Programmieren ist eine neue Technik in der Informatik, die nicht mehr zwischen Daten und Methoden unterscheidet. Ein \supset **Objekt** besteht hierbei aus einem Datensatz und einer Anzahl von Anweisungen, die es ausführen kann. Dies führt zu Metadatenbanken, die optimal die Abbildungen der Realwelt aufnehmen können.

Objektschlüssel realisiert den umkehrbar eindeutigen Zugriff zwischen der geometrischen und thematischen Beschreibung. Er muß EDV-gerecht ausgewählt werden. Objektschlüssel werden in sogenannten *Objektschlüsselkatalogen* vorgehalten.

Online ist ein Verfahren der unmittelbaren Verbindung und des direkten Datenaustausches zwischen Peripheriegeräten und der Zentraleinheit (\supset **CPU**). Ebenso wird als Online der direkte Zugriff auf Datenbestände in einer \supset **Datenbank** bezeichnet, so daß dieser Begriff eine Doppelbelegung enthält.

Offline ist der Gegensatz zu \supset **Online**, d.h. es besteht keine unmittelbare Verbindung bzw. direkter Datenaustausch zwischen der Zentraleinheit

heit und der Peripherie. So kann z.B. ein Drucker, abgekoppelt von der Zentraleinheit, einen Selbsttest durchführen.

Partizipation: Die Zielgruppe eines Vorhabens soll bei der Konzipierung, Planung und Durchführung mitwirken (Partizipation = Teilhabe, Teilnahme, Beteiligung). Dies ist ein wesentlicher Faktor für den späteren erfolgreichen Verlauf des Projekts. Der Förderung von Eigeninitiativen der Zielgruppe zur Problemlösung kommt dabei ein besonders hoher Stellenwert zu.

PostScript bezeichnet eine Seitenbeschreibungssprache, mit der sich Laserdrucker ansteuern lassen. Mit dieser Sprache können beliebige Darstellungen erzeugt werden; außerdem ist es möglich, nicht nur einzelne Bildpunkte, sondern auch Objekte zu definieren und auszugeben.

Problemanalyse bedeutet Trennung und Verknüpfung von Ursache und Wirkungen, ausgehend vom Kernproblem wird versucht, die Problemstruktur des Umfeldes kausalanalytisch zu untersuchen und darzustellen.

Projekt: Ein Projekt bezeichnet ein regional, sozial, gegenständlich und vor allem auch zeitlich begrenztes oder abgrenzbares Maßnahmenbündel, das von der GTZ, dem Partner und ggfs. weiteren Institutionen durchgeführt wird (bzw. durchgeführt werden soll), damit ein vorher exakt umrissenes und nachprüfbar definiertes Ziel erreicht wird.

Projektplanungsübersicht (PPÜ) ist die Darstellung der aus der zielorientierten Projektplanung resultierenden wesentlichen Elemente eines \supset **Projektes** sowie seiner Zielsetzungen, d. h. Projektziel und Oberziel in Form einer Matrix.

Projektträger ist die im Partnerland für die Durchführung des \supset **Projekts** in personeller, finanzieller und fachlicher Hinsicht verantwortliche Rechtsperson. Der Beitrag der GTZ unterstützt den Projektträger bei dieser Aufgabe mit dem Ziel, ihn für die volle, selbständige Wahrnehmung seiner Verantwortung fähig zu machen.

Quadtree ist eine regelmäßige Unterteilung eines Basisquadrats. Er dient der flächenhaften Strukturierung von \supset **Rasterdaten** sowie als Zugriffsmechanismus in \supset **Datenbanksystemen**. Ein Quadtree ist definiert durch die sukzessive Viertelung des Basisquadrats, d.h. ein Vater hat vier Söhne, jeder Sohn hat wiederum vier Söhne usw.

QIC steht für (Quarter Inch Committee) und beschreibt eine Gruppe von Standards zum Format von 1/4 Zoll Magnetbandkassetten. QIC-250 legt z.B. das physikalische Format von Kassetten mit einer Kapazität von 250 MB fest.

Rahmenbedingungen: Der Erfolg eines Projektes ist nicht nur von einer angepaßten und adäquaten Konzeption sowie Durchführung derselben abhängig, sondern auch von den Projektumfeldbedingungen. von diesen Bedingungen, zu denen z. B. politische, ökonomische, ökologische, rechtliche, soziale und kulturelle gehören, müssen die für das Projekt relevanten externen Bedingungen definiert werden.

Rasterdaten bezeichnen die Art der geometrischen Darstellung von raumbezogenen \supset **Objekten**, bei denen das Objekt äquidistant diskretisiert und dann quantisiert wird: Das Grundelement ist das Pixel. Hauptanwendungen der Rasterdatenerfassung liegen in der digitalen Photogrammetrie, der Fernerkundung und der thematischen Kartographie.

Rastergraphik ist die jüngste Form der Computergraphik. Das zentrale Element ist das Pixel. Durch die hohe Auflösung der Rasterbildschirme werden diese heute überwiegend bei der passiven und der interaktiven Visualisierung eingesetzt.

Relationales Modell ist ein logisches Datenmodell zur Strukturierung von \supset **Datenbanksystemen**. Dabei werden gleichberechtigte Tabellen aufgebaut, deren Spalten (Domänen) über die Spaltennummern, und deren Zeilen (Tupel) über die Zeilennummern erreicht werden können. Das relationale Modell wird wegen seiner Mächtigkeit gerne in der raumbezogenen Sachdatenhaltung eingesetzt - es gibt auch GIS, die \supset **Geometrie** / \supset **Topologie** vollständig relational abspeichern. Zugang zu relationalen DBMS gewährt die Sprache \supset **SQL**.

RISC steht für *Reduced Instruction Set Computer* und bezeichnet eine neue Computergeneration mit einem auf die meisten Anwendungen eingeschränkten, dafür aber schnellerem Befehlssatz (Gegensatz: CISC - Complex Instruction Set Computer).

Runlength-Kodierung ist eine Datenkomprimierungstechnik, die gleiche Eigenschaften der abzuspeichernden Daten ausnutzt. Dadurch können aufeinander folgende Funktionswerte zu Gruppen zusammengefaßt und somit komprimiert gespeichert werden. Anwendungen findet die Runlength-Kodierung in der Rasterdateiverarbeitung.

Sachdaten geben den thematischen Inhalt eines raumbezogenen Objekts wieder, und stellen somit die Klasse der nichtgeometrischen Daten dar. Hiermit können verschiedene thematische Zuordnungen z.B. eines Flurstücks beschrieben werden: Lage, Eigentümersnachweis, Bodenschätzung, Baumkataster etc. Andere Bezeichnungen für Sachdaten sind mit den \supset **Attributen** und thematischen Daten gegeben. Sachdaten besitzen i.d.R. keine Hierarchie und lassen sich daher sehr gut in relationale Datenbankmodelle abbilden.

Software ist der Sammelbegriff für die logischen Komponenten eines Computersystems, die erst den Umgang mit der **Hardware** ermöglichen. Die Software enthält alle Verarbeitungsanweisungen und Prozeduren, um das Vierkomponentenmodell eines GIS so effizient wie möglich auszufüllen.

Spaghetti-Daten ist ein Ausdruck in der raumbezogenen Datenhaltung für lange, dünne Listenstrukturen, die lediglich die Koordinaten der Knoten enthalten.

Stand Alone ist eine Bezeichnung für Arbeitsplatzrechner, die alle Operationen autark durchführen können. Dies bezieht sich auf Minicomputer, Graphik-Arbeitsstationen und PC, die über eine entsprechende Peripherie verfügen.

Structured Query Language (SQL) bezeichnet eine Datendefinitions- und -manipulationsprache eines relationaler Datenbanksysteme. Gängige Begriffe sind dabei: SELECT, FROM, WHERE, AND u.a., mit denen neue Tabellen erzeugt und das gewünschte Ergebnis extrahiert werden kann.

Technische Zusammenarbeit (TZ) bezeichnet die Vermittlung, Mobilisierung von technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Kenntnissen und Fertigkeiten und Verbesserung der Voraussetzungen für deren Anwendung in den Entwicklungsländern.

Topologie ist eine Fachrichtung der Mathematik, die sich mit den Eigenschaften geometrischer Gebilde beschäftigt, die bei umkehrbar eindeutigen stetigen Abbildungen invariant bleiben. Die metrischen Verhältnisse spielen dabei keine Rolle; es kommt lediglich auf die gegenseitige Lage der Figuren an.

Trägerförderung bezeichnet die Förderung des Auf- und Ausbaus von Institutionen durch Vermittlung von Kenntnissen und Fähigkeiten, die über den Zeitpunkt der deutschen Förderung hinaus eingesetzt werden sollen. Die Förderung erfolgt im Hinblick auf die Aufgaben, Ziele oder Funktionen der Träger unter Berücksichtigung der normativen und sozialen Dimensionen.

Treiber - auch **Handler** oder **Driver** genannt - sind nichts anderes als Hilfsprogramme, um Peripheriegeräte zu betreiben. Damit ist die Software gemeint, die beispielsweise einen speziellen Drucker, Plotter oder eine Graphikkarte ansteuert. Der Treiber dient somit als Übersetzungshilfe, um Codes umzusetzen, Signale an die Peripheriegeräte anzupassen und die Datenübertragung zu steuern.

Umweltinformationssysteme (UIS) sind Informationssysteme der Umweltbehörden wie z.B. des Umweltbundesamtes (UBA) in Berlin oder des Umweltministeriums von Baden-Württemberg. Ihre Auf-

gaben erstrecken sich von der Erfassung von Radioaktivität, der Kontrolle von Luft, Wasser und Boden bis hin zu Biotopkartierungen und der Erhaltung der Artenvielfalt.

Unix ist inzwischen das Standard-Betriebssystem für *Multi-User / Multi-Task* Rechnersysteme. Ursprünglich wurde es für Minicomputer entwickelt - heute läuft es überwiegend auf Graphik-Arbeitsstationen und neuerdings auch auf PC.

Vektorgraphik ist die älteste Form der Computergraphik. Ihre Grundprimitive sind der Punkt (Knoten), die Linie (Kante) und die Fläche. Da der Punkt wie auch die Fläche Sonderfälle einer Linie darstellen, spricht man auch von Liniengraphik.

VGA (Video Graphics Array) bezeichnet einen Standard, mit dem aus einer Farbpalette mit über 260.000 Farben 16 bzw. 256 Farben darstellbar sind. Bei 16 Farben ist die Maximalauflösung von 640 x 480 Bildpunkten aktivierbar, für die Darstellung von 256 Farben reduziert sich die Auflösung auf 320 x 200 Punkte. Da die Farbdarstellung sehr speicherintensiv und der VGA-Standard auf 256 KByte beschränkt ist, lassen sich nur 256 Farben gleichzeitig darstellen. Neben dem Farbmodus bietet VGA auch einen Monochrome-Modus mit einem Auflösungsvermögen bis zu 800 x 600 Bildpunkten. Moderne SVGA (Super VGA)-Karten erlauben bis zu 1024 x 768 Bildpunkte bei 256 oder mehr Farben.

Wirkungsanalyse bezeichnet den Vorgang der Untersuchung von positiven wie auch negativen Veränderungen, die durch ein Projekt eintreten sollen, eintreten können oder eingetreten sind.

WORM steht für *Write Once Read Many*. Damit werden die optischen Speichermedien bezeichnet, die einmal beschrieben und dann beliebig oft gelesen, aber nicht mehr verändert werden können. Mit Hilfe eines Laserstrahls lassen sich die Daten auf einen solchen schnell rotierenden Speicher schreiben, dessen Durchmesser 12 Zoll bei einem Fassungsvermögen von sieben Gigabyte (Brutto) beträgt.

X/Open ist eine 1984 gegründete, ursprünglich rein europäische Anwendervereinigung, die ein *Common Applications Environment (CAE)* anstrebt, welches bestehende Standards berücksichtigt. Der X/Open Portability Guide (XPG3 ist der momentan gültige) hält das bisher Erreichte fest, und ein entsprechendes *Branding* (Plakette nach bestandener Testsuite) erlaubt es Herstellern, ihre Produkte mit dem X/Open-Siegel zu versehen.

Zielanalyse bedeutet die Untersuchung von Mittel-Ziel-Beziehungen auf der Grundlage der Umformulierung von Problemen in Ziele.

Zielgruppe ist die Bezeichnung für jenen Personenkreis im jeweiligen Partnerland, auf den die Maßnahmen und Zielsetzungen eines Projektes zugeschnitten sind und der durch das **▷ Projekt** unmittelbar profitieren soll.

Zielorientierte Projektplanung (ZOPP) ist ein systematischer Ansatz für die Planung von Projekten und deren Zielsetzungen. Ausgehend von der Bestimmung des Kernproblems, zu dessen Lösung das Projekt beitragen soll, und der Spezifikation weiterer Faktoren, die mit diesen durch Ursache-Wirkung-Zusammenhänge des Projektfeldes verknüpft sind, werden die Zielsetzungen bestimmt, die erreicht werden müssen, um identifizierte Probleme zu lösen.

Quellen: *Bill & Fritsch 1991* (z.T. verändert und ergänzt)
GTZ-Publikationen

Bildnachweis

Titelbild	GTZ, Eschborn Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Karlsruhe
Bild 1	F.-W. Strathmann, München
Bild 2	A. Siebert / GAF, München
Bild 3	A. Siebert / GAF, München
Bild 4	K.-U. Komp / EFTAS, Münster
Bild 5	K.-U. Komp / EFTAS, Münster
Bild 6	GTZ, Eschborn
Bild 4	K.-U. Komp / EFTAS, Münster
Bild 8	F.-W. Strathmann, München

13 Index

Alternativen-Analyse, 76
Anwendungsbereiche, (siehe Arbeitsfeld)
Arbeitsfeld
 Ausbildungs- und Beratungsinstitutionen, 20
 Infrastruktur, 21
 Ländliche Regionalentwicklung, 14
 Organisationsentwicklung / Regionalentwicklung, 18
 Ressourcenschutz / Ressourcenmanagement, 16
Ausbildungsmodelle, 58
Ausbildungsprogramme, 61
Ausbildungsunterlagen, 60
Bedarfsorientierung, 10
Bewirtschaftung der Waldressourcen, 18; 19
Daten
 Ausgabe
 Elektrostaten, 53
 Inkjetplotter, 53
 Laserdrucker, 53
 Rasterplotter, 53
 Stiftplotter, 53
 Thermotransferdrucker, 53
 Eingabe
 Konvertierung, 43
 manuelle Digitalisierung, 44
 Rasterform, 52
 scannen, 46
 Vektorform, 52
 Geometriedaten, 6
 Metainformationen, 45
 Präsentation, 47
 Qualität, 48; 49-50
 Qualitätsmerkmale, 11
 Sachdaten, 6
 Speichermedien, 51
 Statistische Daten, 50
Datenanalyse, 51
Datenbank-Design, 46
Datenformate, 52
Datenhaltung, 51
Datenspeicherung, 51
Datenverwaltung, 52

- Dezentralisierung, 7; 9; 19
- Erfahrungen, 13
- Forstwirtschaft, 21
- Geoökologisches Gleichgewicht, 17
- GIS
 - Anwendungsprofile, 60
- Begriff, 5-7
- Beispiele
 - Desertifikationsmonitoring (Patagonien), 75
 - Förderung der Forstwirtschaft (Fidschi), 73
 - GIS Cebu Province (Philippinen), 72
 - IRS (Indien), 71
 - Landnutzung Kalimantan (Indonesien), 74
- Beschreibung
 - Säulenmodell (HDSU), 7
 - Vierkomponentenmodell (IMAP), 7
- Ergebnisprüfung, 61
- Funktionalitäten, 50
- Kosten, 62
- Planungs- und Implementierungsablauf
 - Datenbank-Design, 76
 - Evaluierung, 76
 - Implementierung, 77
 - Operationsphase, 77
 - Operationsplan, 76
 - Sensibilisierung, 76
 - Situationsanalyse, 76
- Typen
 - AM/FM-Systeme, 6
 - decision support system, 7
 - Landinformationssysteme, 6
 - Umweltinformationssysteme, 6
- Umfeld, 8
- Implementierung, 8
- Informationsmanagement, 9
- Karten
 - Basiskarten, 46
 - Thematische Karten, 46
- Konferenz für Umwelt und Entwicklung, 9
- Landnutzungsplanung, 18; 19
- Landwirtschaftsverwaltung, 19
- Monitoring, 16
- Nutzerbeteiligung, 10
- Nutzerorientierung, 8
- projektbegleitendes Monitoring, 10

Projektbeispiele

- Ausbildung La Paz, Bolivien, 20
- Ansbildung Madras, Indien, 20
- CRDA Bizerte, Tunesien, 19
- Desertifikationsbekämpfung in Patagonien, 17
- Flurbereinigung Portugal, 15
- Integrierter Ressourcenschutz Tillaberi-Nord, 15
- Koordinierungszentrum Harare, Simbabwe, 20
- LRE-Projekt Las Verapaces/Guatemala, 16
- LRE-Projekt Santa Cruz/Bolivien, 15
- LREP II- Indonesien, 19
- LUPAM Kalimantan/ Indonesien, 19
- ODESYANO (Tunesien), 15
- Prociénaga/Santa Maria, Kolumbien, 17
- Straßenunterhaltung in Costa Rica, 21
- Waldinventur Unteres Mekongbecken, 18

Projektphasen

- Implementierungsphase / Monitoring & Evaluation, 24
- Orientierungsphase, 23
- Projektvorlaufphase, 22
- Visualisierung / PR-Arbeit, 25

- Qualifizierung der Trägerinstitution, 20
- Technologietransfer, 7
- Topologie, Definition, 6
- Zielanalyse, 76