

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 150 (1999)

Heft: 2

Artikel: Stand, Ziele und Planungen auf dem Gebiet der Forstkartographie in der Bayerischen Staatsforstverwaltung

Autor: Lothar, Georg / Rottmann, Michael

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098409>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Stand, Ziele und Planungen auf dem Gebiet der Forstkartographie in der Bayerischen Staatsforstverwaltung¹

GEORG LOTHER und MICHAEL ROTTMANN

Keywords: Data base; GIS; forest planning; forest management; cartography. FDK 583 : 681 : UDK 519.68 : UDK 910.1*1* 3

Die bayerische Landesfläche ist zu etwa 33% (ca. 2 600 000 ha) mit Wald bedeckt. Davon sind 55% Privatwald, 30% Staatswald, 13% Körperschaftswald und 2% Bundeswald. Die Bewirtschaftung des Staatswaldes sowie die Betreuung und Beaufsichtigung der übrigen Wälder obliegen der Bayerischen Staatsforstverwaltung. Sie ist dabei mit folgenden *Hauptaufgaben* betraut:

- Bewirtschaftung und Verwaltung des Staatswaldes (ca. 850 000 ha)
- Standortserkundung im Staatswald (ca. 626 000 ha, nicht im Hochgebirge)
- Forstliche Rahmenplanung (Waldfunktionsplan für ganz Bayern)
- Schutzwaldsanierung im Hochgebirge (ca. 120 000 ha)
- Betreuung des Privat- und Körperschaftswaldes
- Forstaufsicht und Vertretung hoheitlicher Belange

Für die sachgerechte Erfüllung dieser Tätigkeiten benötigt die Staatsforstverwaltung umfangreiche Flächeninformationen. Dies zeigt sich vor allem in einer Vielzahl von Kartenwerken, die von den staatlichen Forstbehörden geführt werden. Die wichtigsten Themengruppen sind: Forstbetriebsplanung, Standorte und Waldfunktionen. Die Karten wurden ursprünglich in traditioneller Form von Kartographen manuell gefertigt. Die ständig zunehmenden Anforderungen an die Karten in quantitativer, qualitativer und inhaltlicher Sicht hat die Staatsforstverwaltung nach gründlichen Untersuchungen dazu bewogen, im Jahre 1990 die Einführung eines forstlichen Geoinformationssystems zu beschließen mit folgenden *Hauptzielen*:

- rationale, automationsgestützte Produktion der Forstkarten
- Mehrfachnutzung der Daten für neue Fachanwendungen

Diese beiden Ziele waren bei allen konzeptionellen Überlegungen als Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Die Wirtschaftlichkeit des Systems musste sich dabei allein aus der Rationalisierung der Kartenproduktion ergeben. Den Einsatzschwerpunkt bildete zunächst der innerbetriebliche Bereich der Forsteinrichtung.

1. Geoinformationssysteme

Informationssysteme, deren Schwerpunkt es ist, Daten über unseren Lebensraum raumbezogen zu verarbeiten, werden heute meist unter dem Oberbegriff Geographische Informationssysteme zusammengefasst. Die Aufgabe der Geographie ist es, die Erdoberfläche zu beschreiben und das Ökosystem Erde – Mensch zu untersuchen. Die häufig benutzte Kurzform Geoinformationssysteme (Geo = Erde) bezeichnet diese Systeme jedoch treffender und allgemeingültiger, denn nicht nur die Geographen, sondern alle Fachdisziplinen, die Geoinformationen bearbeiten, bedienen sich zunehmend dieser Instrumente.

Es gibt eine ganze Reihe von Definitionen und Begriffsbestimmungen für Geoinformationssysteme (GIS). Bei einigen stehen die Funktionalität, die Hard- und Softwarekomponenten oder organisatorische Aspekte des Systems

im Vordergrund, andere betonen stärker das fachliche Einsatzspektrum oder sehen ein GIS einfach als Spezialfall eines Informationssystems an. Hier soll für ein GIS eine Definition verwendet werden, die der Kommunalverwaltung entstammt und die sich an die ursprüngliche Definition eines Landinformationssystems (FIG 1981) anlehnt. BEECKMANN (1988) sagt:

«Ein GIS ist ein Instrument in Gesellschaft, Politik, Verwaltung, Recht und Wirtschaft für die Dokumentation, Planung und Entscheidungsfindung bei Sachverhalten, die auf Grund und Boden – den Raum – bezogen sind.

Es besteht aus:

- einer geographischen Datenbank, in deren Datenbasen die Modelle raumbedeutsamer Strukturen einer bestimmten Region dokumentiert sind
- Verfahren und Methoden, mit denen die Modelldaten erfasst, aktualisiert, präsentiert, assoziiert und analysiert werden können
- Schnittstellen für die Integration und die Kommunikation mit anderen EDV-Systemen

Die Basis bildet ein einheitliches räumliches Bezugssystem, das die eindeutige geographische Zuordnung und fachübergreifende Verknüpfung der raumbezogenen Daten ermöglicht.»

Diese Definition sagt sowohl etwas über die Einsatzbereiche als über die wesentlichen Systemelemente aus und beschreibt ein GIS als eine Erweiterung (nicht Spezialisierung) eines Informationssystems für mehrdimensionale, geometrieorientierte Daten. Wichtige Merkmale eines GIS sind die Verwendung von Geometriedaten in Kombination mit beschreibenden Attributen und die Möglichkeit, Daten aus verschiedenen Beständen, die denselben Raumbezug verwenden, zu überlagern, nur aufgrund der Tatsache, dass sie sich auf dasselbe Gebiet beziehen. Der Raumbezug ist das Basisverknüpfungskriterium in einem GIS, für das es in einem normalen Informationssystem keinen Vergleich gibt. Als Synonym wird deshalb im deutschsprachigen Bereich, vor allem in der Verwaltung, für GIS auch der Begriff *raumbezogene Informationssysteme* verwendet. Dieser Begriff weist zudem auf die wichtigste Eigenschaft der Daten, ihre mehrdimensionale geometrische Struktur, hin.

Die Modellierung im GIS erfordert zusätzlich zur attributiven Beschreibung von Entitäten Geometrielemente und topologische Information. Allgemein sind Modelle Arbeitsmittel, sie ermöglichen es, die Fülle der Umweltinformationen durch sinnvolle Reduktion und Ordnung fassbar zu machen. Geometriemodelle müssen mathematisch bestimmt sein. Dies erfordert ein eindeutiges geodätisches Datum (Referenzfläche) sowie eine definierte geodätische Abbildung (z. B. Gauss-Krüger). Bereits bei ihrer Erfassung werden die Formen vereinfacht, sie unterliegen einer Erfassungsgeneralisierung. Das Datenmodell ist ein vereinfachtes Abbild der Entitäten, das den Auswertansprüchen genügen muss. Aus wirtschaftlichen Gründen, insbesondere wegen des Umfangs

¹ Nach einem Referat, gehalten anlässlich einer Tagung des Arbeitskreises Forstliches Karten- und Luftbildwesen in Ebersberg vom 9. bis 11. März 1998.

der Datenerfassung, soll es so stark wie möglich vereinfacht werden. Die Modellierung soll nur so genau wie nötig sein.

Für die *optimale Modellierung* eines Raumes in einem GIS werden Daten unterschiedlichen Typs eingesetzt:

- Vektordaten für Geometrielemente
- Topologische Beziehungen
- Rasterdaten für Bildinformationen
- Attribute für die Beschreibung physikalischer, betriebswirtschaftlicher, ökologischer und soziologischer Parameter
- digitale Höhenelemente
- Verknüpfungs- und Verweiselemente (Schlüssel, Zeiger)

Für den Einsatz solcher unterschiedlicher Datentypen wird häufig der Ausdruck hybride Datenverarbeitung verwendet. Durch die Wahl der Auflösung (Punktdichte/-genauigkeit) bei der Datenerfassung wird implizit ein Massstabsbereich festgelegt, der die erreichbare Auswertegenauigkeit bestimmt. Im Hinblick auf signifikante metrische Auswertungen und Verschneidungen muss auf eine hinreichende Genauigkeit und Dichte der Stützpunktinformation des Geometriemodells geachtet werden, die Lagegenauigkeit sollte möglichst homogen sein.

2. Systemaufbau FORST-GIS-Bayern

Das forstliche Geoinformationssystem der Bayerischen Staatsforstverwaltung wird als FORST-GIS-Bayern, hier in Kurzform als FORST-GIS bezeichnet. Nach der Klassifizierung von KRAUS (1996) ist das FORST-GIS als topographisches Fach-Geoinformationssystem für die Bestandsdokumentation der forstlichen Flächeninformationen einzuordnen.

Der Systemaufbau des FORST-GIS wird aus organisatorischen, technischen und wirtschaftlichen Gründen *stufenweise* durchgeführt. Das Gesamtsystem wird in drei Ausbaustufen unterteilt, wobei die erste und zweite Stufe die beiden Hauptziele *Automationsgestützte Kartenproduktion* und *Mehrfachnutzung der Daten* realisieren, die dritte Stufe die Massnahmen für die *Systemevolution* beinhalten (Abbildung 1). Für die Einführung des Systems werden Teile dieser Ausbaustufen, nach Prioritäten, in Entwicklungsphasen mit Aktivitäten zum Erreichen von Teillösungen zusammengefasst, um besonders wegen der kurzen Lebenszyklen und der hohen Kosten von EDV-Geräten sobald als möglich produktive Subsysteme in Einsatz zu bringen.

2.1 Ausbaustufen

In der ersten Ausbaustufe «Automationsgestützte Kartenproduktion» waren beim Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) und bei den Forstdirektionen (FoD) die organisatorischen und technischen Voraussetzungen zu schaffen, die Forstkarten digital zu erstellen. Die FoD sind dabei heute für die Erfassung der gesamten forstlichen Geodaten zuständig, die Kartenfertigung wird zentral an der Kartographischen Anstalt (KA) des StMELF durchgeführt. Zur ersten Stufe gehören auch die Generierung und Modellierung der Datenbanken und die Regelung der Kommunikation (Datenaustausch) zwischen FoD und StMELF.

Schwerpunkt der zweiten Ausbaustufe «Thematische Anwendungen, Flächenanalysen» ist es, die im Zuge der Kartenproduktion anfallenden wertvollen digitalen Daten einer zusätzlichen Nutzung über die Kartenfertigung hinaus zuzuführen. Diese Mehrfachnutzung der Daten soll einerseits zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Systems beitragen, andererseits die Forstfachleute mit neuen unterstützenden Auswertungen der umfangreichen Flächeninformationen

versorgen. Priorisierte Teile dieser Stufe sind die Flächenberechnungen für Bestände und Standortseinheiten. Weitere wichtige Verfahren bilden Ableitungen von thematischen Karten und Flächenanalysen. Für diese neuen Anwendungen müssen Lösungen konzipiert und entwickelt werden. Als Voraussetzung für ihren umfassenden Einsatz muss ein repräsentativer Datenbestand vorhanden sein, damit Informationswünsche im ausreichenden Mass erfüllt werden können. Deshalb ist ein längerer Vorlauf der ersten Stufe sinnvoll, wobei jedoch die Struktur der erfassten Daten, soweit absehbar, bereits die konzeptionellen Ziele der zweiten Stufe berücksichtigen muss. Der Umfang der Mehrfachnutzung ist von den Anforderungen der Fachanwender, der Quantität und Qualität der erfassten Datenbestände und der Verfügbarkeit geeigneter Auswertemethoden abhängig.

In der dritten Ausbaustufe werden die evolutionären Massnahmen bei der Entwicklung des FORST-GIS zusammengefasst; dies sind die Optimierung der Anwendungen, die bedarfsgerechte Integration von zusätzlichen Datenbeständen und funktionalen Komponenten, bis hin zu Ersatzbeschaffungen für überalterte Hard- und Softwareteile. Sie wird wegen ihrer Wechselwirkungen mit den anderen Ausbaustufen, je nach Erfordernis und verfügbaren Mitteln, teilweise parallel zur ersten und zweiten Stufe umgesetzt.

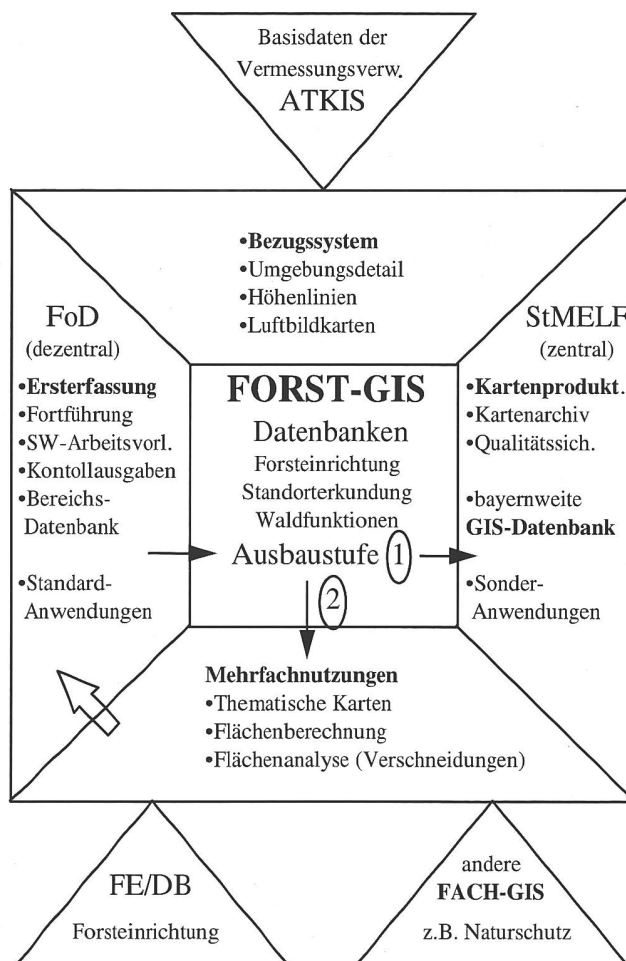


Abbildung 1: Grobkonzept FORST-GIS.

Für die erste Ausbaustufe des FORST-GIS liess sich eine konkrete Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchführen, da die Kosten des alten und neuen Verfahrens für die Kartenfertigung gegenübergestellt werden konnten. Die in der zweiten Stufe geforderten neuen Anwendungen bedürfen dagegen einer sorgfältigen Bewertung. Bei jeder Anforderung einer neuen Anwendung muss aus Gründen der Wirt-

schaftlichkeit die Frage «*was bringt diese Anwendung für die Staatsforstverwaltung?*» sorgfältig untersucht werden. Der Nutzen neuer Anwendungen beruht hauptsächlich auf den beiden Faktoren Qualität (das Arbeitsergebnis wird verbessert) und Quantität (die Arbeit wird beschleunigt = Rationalisierung). Der Nutzen von Rationalisierungseffekten lässt sich in der Regel gut evaluieren, dagegen können bei Massnahmen zur Qualitätssteigerung der Arbeit oft nur schwer Aussagen über deren Wirtschaftlichkeit gemacht werden.

2.2 Organisation

Der Aufbau des FORST-GIS erfolgte soweit als möglich dezentral unter Berücksichtigung der dreistufigen Gliederung der Verwaltung. Die FoD sind zuständig für die gesamte Datenerfassung in ihren Amtsbezirken, die Verwaltung dieser Datenbestände (Sicherung, Archivierung) sowie für den Einsatz standardisierbarer und FoD-spezifischer Auswertungen. Bereiche, die teure Ressourcen erfordern, die von einer FoD nicht ausgelastet werden können, landesweite Bedeutung haben oder spezielles Wissen erfordern, sind zentral am StMELF untergebracht. Die wichtigsten zentralen Aufgaben sind die Kartenendfertigung, die Weiterentwicklung und Optimierung des Systems sowie der Aufbau einer bayernweiten GIS-Datenbank. Die weitere Dezentralisierung des Systems, für einzelne Anwendungen eventuell bis auf Forstamts- oder sogar Revierebene, ist zu prüfen, um einen möglichst anwendernahen, breiten Einsatz der Geoinformationen zu erzielen.

Im FORST-GIS werden die eingesetzten Mitarbeiter und Geräte in Subsysteme oder sogenannte «Dienste» eingeteilt, um einen rationellen und strukturierten Betrieb zu ermöglichen. Die Einteilung berücksichtigt u.a. erforderliches Spezialwissen und die optimale Auslastung von Geräten, im Sinne einer Ressourcenbündelung. Die Dienste «Datenerfassung», «Kartenproduktion» und «Datenbanken»

gehören zur ersten, «thematische Karten» und «Sonderprojekte» zur zweiten Ausbaustufe. Der Dienst «Entwicklung und Administration» stellt eine übergeordnete Funktion dar, die für die Steuerung des Gesamtsystems und seinen Ausbau zuständig ist (Abbildung 2).

3. Kerndatenbereiche des FORST-GIS und ihre Erfassung

Die Hauptdatenbereiche des FORST-GIS entsprechen im Inhalt den wichtigsten Forstkarten; sie bilden die Grundlage für viele Fragestellungen und sind damit die *Kernbereiche* für das FORST-GIS:

- Forsteinrichtung (Forstbetriebskarte 1:10 000)
- Standortserkundung (Standortskarte 1:10 000)
- Waldfunktionsplanung (Waldfunktionskarte 1:50 000)

Neben diesen drei Hauptkarten führt die Forstverwaltung eine ganze Reihe von Sonderkarten, wie z. B.:

- Forstliche Übersichtskarte mit den Waldbesitzarten (1:50 000 und 1:200 000)
- Schutzwaldsanierungskarten (1:10 000, 1:50 000 und 1:300 000)
- Naturschutzergänzungskarte (1:10 000) für naturschützerische Belange
- Hanglabilitätskarte (1:25 000) mit dem Labilitätszustand von Hanglagen im Hochgebirge
- Astungs-, Pflege- und Düngungskarten (1:10 000) für den Forstbetrieb
- Forsthauptkarte (1:5000) für die Liegenschaftsverwaltung.

Hinzu kommen, besonders im Bereich der Forsteinrichtung, eine grosse Anzahl beschreibender Flächendaten, die bisher nur in Attributform vorgehalten werden sowie die vielfältigen Daten der Stichprobeninventur im Rahmen der Forsteinrich-

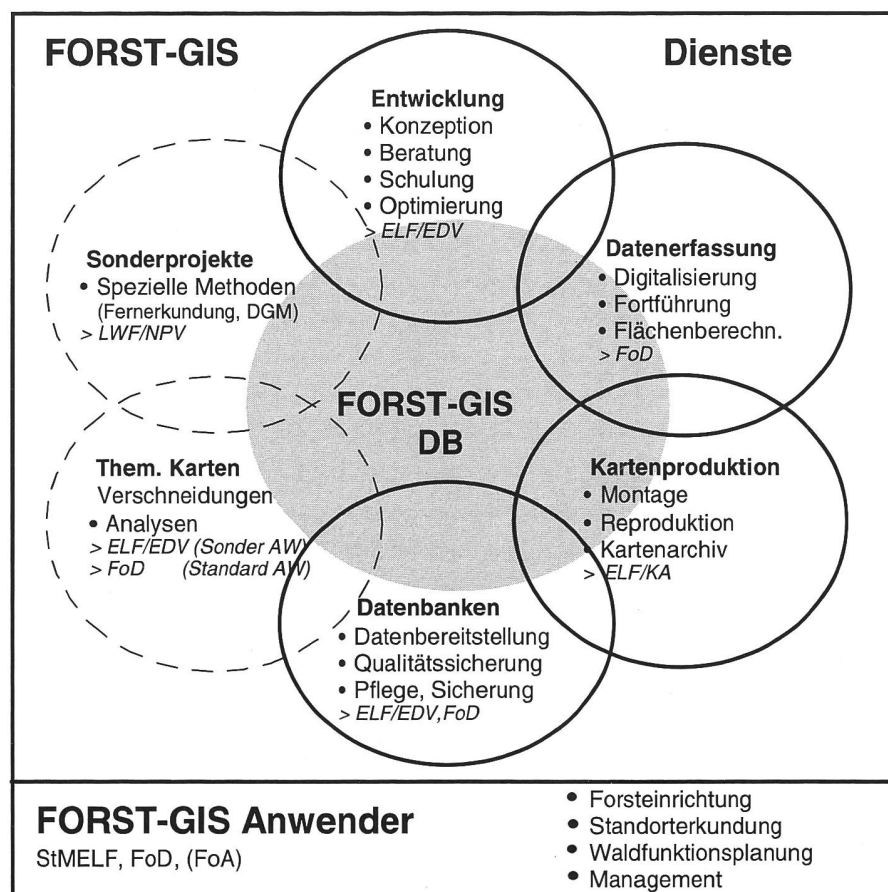


Abbildung 2: FORST-GIS-Dienste.

tung. Diese Datenbestände eignen sich für den GIS-Einsatz, da sie einen Raumbezug über semantische Verknüpfungsmöglichkeiten oder Koordinaten haben.

3.1 Grundsätze für die Erfassung

Die Daten im FORST-GIS werden hauptsächlich mit manuellen Digitalisierverfahren erfasst, da die Strukturierung und Attributierung der Daten durch fachlich gut ausgebildete Digitalisierer die beste Datenqualität liefern. Automatische Digitalisierverfahren (Scannen, Entzerren, Vektorisieren und Strukturieren) werden nur in Sonderfällen eingesetzt, da für sie geeignete Voraussetzungen vorliegen müssen, um eine ausreichende Qualität der Daten (Struktur) und einen wirtschaftlichen Einsatz zu erzielen (siehe z. B. HAKE/GRÜNREICH 1995). Wichtige Voraussetzungen für den Einsatz der automatisierten Digitalisierung sind ein grossflächiges, homogenes Erscheinungsbild der Karten und ihre Trennbarkeit in die wesentlichen Objektbereiche. Im FORST-GIS wurden die Waldflächen 1:50 000 nach diesem Verfahren bayernweit erfasst.

Als Raumbezugssystem wird im FORST-GIS das amtliche Gauss-Krüger-Koordinatensystem (12°-Meridian) verwendet. Die Anbindung der Daten an das Gauss-Krüger-Koordinatensystem erfolgt mit ausreichender Genauigkeit durch Einpassung der Digitalisiervorlagen über die Blattecken der Flurkarten für die Forstbetriebskarte bzw. TK 25-Blattrahmen für die Waldfunktionskarte.

Die Erfassung der Daten wird massstabsorientiert durchgeführt, d. h. die Lagegenauigkeit und der Generalisierungsgrad der Daten entsprechen der jeweiligen Digitalisiervorlage. Für das FORST-GIS ergeben sich damit zwei Hauptmassstabsebenen: 1:10 000 und 1:50 000. Die Ebene 1:10 000 enthält die Detail- und Objektplanungen der Forsteinrichtung, die Ebene 1:50 000 die forstlichen Rahmenpläne. Für die Koordinaten der Massstabebene 1:10 000 ist eine möglichst homogene Genauigkeit anzustreben, da sie die Grundlage für analytische Auswertungen (Flächenberechnungen und Verschneidungen) bilden. Für die Kartenausgabe ist die Skalierung der Daten im Bereich vom 0,5- bis 1,5fachen des Ausgangsmassstabes vorgesehen. Vorkehrungen für komplexe kartographische Generalisierungen bei der Kartenfertigung können damit zunächst entfallen.

3.2 Forstbetriebskarte (FBK)

Die Daten der Forsteinrichtung bestehen aus Text- und Kartenteil. Für den Textteil mit den beschreibenden Daten wird seit 1984 ein Informationssystem, die Forsteinrichtungsdatenbank (FE-DB), eingesetzt. Der Kartenteil, die Forstbetriebskarte, ist im FORST-GIS schrittweise aufzubauen. Die Forstbetriebskarte dient primär dem Vollzug des langfristigen Forstbetriebsplanes; sie wird deshalb nur für die Staatswaldfläche (ca. 850 000 ha) geführt und besteht aus etwa 800 Einzelkarten im Massstab 1:10 000. Den Zeitrahmen für ihre Erfassung gibt das Forsteinrichtungsverfahren vor, das für ein Forstamt alle zehn Jahre durchgeführt wird, d. h. der Datenbestand wird voraussichtlich zehn Jahre nach Produktionsbeginn flächendeckend für den gesamten Staatswald in Bayern digital vorliegen. Die Forstbetriebskarte enthält die farbige Darstellung der Pflege- und Nutzungsarten oder der Entwicklungsstadien mit den geplanten Pflegemassnahmen von Waldbeständen. Der Bestand ist ein Kollektiv von Bäumen, das eine einheitliche waldbauliche Bewirtschaftung ermöglicht. Er ist die kleinste Bewirtschaftungseinheit im Staatswald und bildet damit den Basisbezugsraum für die Forsteinrichtungsdaten.

Inhaltlich kann die FBK in folgende Datenbestände gegliedert werden:

- ⇒ ständiges Detail
 - Flurkartenraster (Bezugssystem für Landeskoordinaten)
 - Staatswaldgrenze
 - befahrbares Waldwegenetz
 - ständige Waldeinteilung (Distrikt- und Abteilungsgrenzen)
- ⇒ unständiges Detail
 - Unterabteilungs- und Bestandsgrenzen, diese werden bei jeder Forsteinrichtung nach waldbaulichen oder/und bringungstechnischen Gesichtspunkten neu festgelegt
 - Infrastrukturen zur Erschliessung der Bestände (Rückewege, Schneisen)
 - bedeutsame Einzelbäume (Überhälter, Nachhiebsreste) usw.
- ⇒ Flächeninformationen der Forsteinrichtung
 - 3 Varianten: Flachland, Hochgebirge, Auwald
 - Bestandsschlüssel
- ⇒ Hintergrund
 - Umgebungsdetail (Topographie ausserhalb des Staatswaldes)
 - Höhenschichtlinien

Die Digitalisierung der FBK erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird, vor der Durchführung der Forsteinrichtung, das ständige Detail digitalisiert. Nach dem Begang durch den Forsteinrichter erfolgt die übrige Digitalisierung und Ausarbeitung der Daten.

Für das ständige Detail wird die Staatswaldgrenze den Flurkarten 1:5000 (bzw. 1:2500 oder 1:1000) entnommen. Sie ergibt sich als Umringskontur von zusammenhängenden Staatswaldflurstücken. Die resultierenden Inselflächen bilden das Skelett des Datenbestandes. Mit der Digitalisierung aus den Flurkarten erhält man im Hinblick auf den Zielmassstab 1:10 000 einen hinreichend genauen Rahmen. Die Übernahme der Staatswaldgrenzen aus dem amtlichen Grundstücks- und Bodeninformationssystem (GRUBIS) der staatlichen Vermessungsverwaltung, Digitale Flurkarte (DFK), wäre hier zwar wünschenswert, ist aber derzeit nicht möglich, da es in Bayern noch keine repräsentative Menge digitaler Daten für die Grenzen von Waldflurstücken gibt. Da die erzielte Genauigkeit der digitalisierten Grenzen jedoch ausreicht und ihre Erfassung nur etwa 3% des Gesamtaufwandes ausmacht, der für die Digitalisierung der FBK nötig ist, enthält dieser Arbeitsschritt nur ein geringes Rationalisierungspotential. Die Übernahme digitaler Daten aus der DFK ist deshalb nicht dringlich.

Ausgehend von dem entstandenen Grundgerüst wird der Datenbestand zunehmend verdichtet. Das Vorgehen entspricht einem hierarchisch organisierten Einbindeverfahren – vom Grossen ins Kleine. In den Staatswaldflächen werden zunächst die befahrbaren Waldwege eingefügt. Als Quelle für sie dienen das vorliegende (alte) ständige Detail und Luftbildkarten für die Erfassung neuer Wege oder zur Ermittlung von Lagekorrekturen bestehender Wege. Anschliessend werden die Grenzen der ständigen Waldeinteilung (Distrikte, Abteilungen) erfasst und eine Prüfung der Flächenstruktur auf Abteilungsebene durchgeführt.

Nach der Forsteinrichtung werden die erhobenen Daten und festgelegten Massnahmen aus den Begangspausen abteilungsweise digitalisiert. Die Begangspausen sind massstäbliche Entwürfe, die der Forsteinrichter im Rahmen seines Beganges anfertigt. Sie enthalten die Daten des unständigen Details und die Flächeninformationen, den Bestand, in Form von Farben und Schraffuren. Ein Bestand kann aus mehreren, nicht zusammenhängenden Teilflächen bestehen. Alle (Teil-)Flächen erhalten einen eindeutigen Schlüssel, der

die logische Zusammenfassung der Teilflächen zum Bestand und die Übernahme von bestandsbezogenen Attributen aus der Forsteinrichtungsdatenbank ermöglicht. Abschliessend werden die Flächen der Bestände berechnet und distriktweise auf die Katastersollflächen abgeglichen.

3.3 Standortkarte (STK)

Die STK enthält die Standortseinheiten im Massstab 1:10000. Standortseinheiten sind zusammengefasste Flächen, die hinsichtlich der ökologischen Voraussetzungen, den waldbaulichen Möglichkeiten und der Gefährdung des Baumbestandes ähnliche Voraussetzungen haben. Ihre Farbgebung richtet sich im wesentlichen nach dem Substrattyp (Bodenart). Die Darstellung wird ergänzt durch eine Vielzahl von Symbolen für andere wichtige Wachstumsfaktoren (z. B. Wasserhaushalt, Geologie oder antropogene Einflüsse). Die STK ist ein Bestandteil des Forstbetriebsplanes. Sie wird von der Forstverwaltung, wie die FBK für die Staatswaldflächen (ca. 626000 ha, nicht im Hochgebirge) erstellt.

Der Inhalt der STK kann in folgende Teile gegliedert werden:

- ⇒ Bezugssystem (Grundgerüst); aus der FBK kopiert
 - Staatswaldgrenzen
 - Wege- und Gewässernetz
- ⇒ Standortserkundung
 - Standortseinheiten, Standortsschlüssel
 - Symbole und Flächensignaturen für andere wichtige Standortsfaktoren (Boden, Wasserhaushalt, Geologie usw.)
- ⇒ Hintergrund
 - Ständiges Detail der FBK mit Rückewegen und Schneisen; aktuell aus der FBK überlagert
 - Umgebungsdetail (Topographie ausserhalb des Staatswaldes)
 - Höhenschichtlinien

Die Digitalisierung der STK baut auf Teilen der FBK auf. Das Grundgerüst für die Standortsflächen bilden die Staatswaldgrenze, das befestigte Wegenetz und bedeutsame Gewässer, die distriktweise aus der FBK, einmalig beim ersten Aufruf eines Distriktes, automatisch kopiert werden. Dieser Basisdatenbestand ist damit kongruent zu den entsprechenden Flächen der Forsteinrichtung und ergibt den Rahmen für die zu erfassenden Standortseinheiten. Die entstehende Redundanz der Konturen wird zugunsten der einfacheren Datenstruktur (keine Verflechtung der Objekte Bestand und Standort) hingenommen, das Vorgehen entspricht überdies der unabhängigen Erfassung der beiden Datenbestände. Der Mehraufwand bei der Fortführung der kopierten Daten ist wegen ihrer verhältnismässig hohen Stabilität und ihres relativ geringen Datenvolumens vertretbar. Abweichungen im Fortführungsstand zwischen FBK und STK sind bei der graphischen Darstellung der Standortdaten sofort ersichtlich, da der aktuelle Stand der FBK als Hintergrundinformation überlagert wird.

In das kopierte Grundgerüst werden die Grenzen der Standortseinheiten eingebunden. Die resultierenden Flächen erhalten einen bayernweit eindeutigen Standortsschlüssel. Der Schlüssel enthält Teile des Waldortes, die Wuchsgebietsgliederung von Bayern, eine dreistellige Kennzahl, in der Substrat, Trophie und Wasserhaushalt des Standorts verschlüsselt sind, sowie einen zweistelligen Zusatz zur Kodierung standörtlicher Besonderheiten. Anschliessend werden die Standortsflächen distriktweise berechnet und mit dem Abgleichfaktor aus der Bestandsflächenberechnung korrigiert. Wege- und Gewässerflächen werden aus der FBK übernommen.

3.4 Waldfunktionskarte (WFK)

Die Waldfunktionsplanung als forstliche Rahmenplanung soll gewährleisten, dass die Funktionen des Waldes bei allen Planungen und Massnahmen der öffentlichen Planungsträger beachtet werden. Dies gilt vor allem für die Programme und Pläne der Raumordnung und Landesplanung, für die Bauleitplanung und für Massnahmen anderer Fachverwaltungen, die den Wald mittelbar oder unmittelbar betreffen. Die Waldfunktionen werden landkreisweise im Massstab 1:50000 für den gesamten Wald kartiert und enthalten:

- ⇒ Bezugssystem (Grundgerüst); aus ATKIS-25
 - Blattecken der Topographischen Karte 1:25.000 (TK25-Raster)
 - Verwaltungsgrenzen
- ⇒ die Waldflächen nach Waldgesetz als Grundlage zur Ableitung der Waldfunktionen
- ⇒ die Waldfunktionsflächen
 - Boden-, Wasser-, Lawinen-, Klima-, Immissions-, Sicht- und Lärmschutz
 - Wald mit Funktionen für die Erholung
 - bedeutende ökologische Gegebenheiten (Biotop, Landschaftsbild, Gesamtökologie, ...)
- ⇒ die amtlich ausgewiesenen Schutzgebiete (nachrichtlich aus Verordnungen übernommen)
 - Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete
 - Natur- und Landschaftschutzgebiete, Naturdenkmäler
 - Bannwald
 - und andere bereits bestehende rechtsverbindliche Planungen oder Festlegungen
- ⇒ Hintergrund: Auszug aus der Topographischen Karte 1:50000 (TK50)
 - Grundriss
 - Gewässer
 - Höhenschichtlinien

Als Grundlage für die Erstellung der digitalen Waldfunktionskarte war zunächst vorgesehen, die Waldflächen dem ATKIS-25, Objektbereich Vegetation, zu entnehmen. Bei der Bearbeitung eines Testlandkreises hat sich jedoch gezeigt, dass diese Daten im Hinblick auf den Zielmassstab 1:50000 nur bedingt geeignet sind, da der unterschiedliche Generalisierungsgrad der beiden Kartenwerke keine lineare Skalierung zulässt. Bei einer Verkleinerung der Flächen von 1:25000 auf 1:50000 sind linienhafte Objekte (Strassen, Bahnlinien, Flüsse) nicht mehr genügend freigestellt. Zudem sind in den ATKIS-Daten die Waldwege nicht ausgespart. Die Lesbarkeit der Karte, besonders bei Mehrfachfunktionen, war damit erschwert. Die Staatsforstverwaltung hat sich deshalb entschlossen, die WFK aus der Basis der Waldflächen 1:50000 abzuleiten. Zu diesem Zweck wurden von der Vermessungsverwaltung die Rasterdaten für den Walddecker bezogen. Die Rasterdaten wurden dann auf die Sollmasse (Blattecken der TK 50) transformiert, vektorisiert und strukturiert. Damit standen kurzfristig (und kostengünstig) bayernweit geeignete Ausgangsdaten zur Ableitung der Waldfunktionsflächen zur Verfügung.

Für die Erstellung der WFK wird ein landkreisweiser Auszug aus den Waldflächen verwendet, der zunächst aktualisiert wird. Die Abweichungen (z. B. Aufforstungen und Rodungen) zwischen Örtlichkeit und Datenmaterial (Fortführungsstand ca. 1990) müssen erhoben und als Änderungen kartiert werden. Zudem müssen bei Unterschieden in der fachlichen Interpretation von Wald zwischen Vermessungs- und Forstverwaltung die Waldflächen entsprechend den massgeblichen Regelungen des Waldgesetzes ergänzt werden. Damit steht ein aktueller Basisdatenbestand zur Verfügung, auf dem die WFK

aufgebaut werden kann. Die Ableitung der Waldfunktionen erfolgt durch Kopieren und gegebenenfalls Abteilen der entsprechenden Basiswaldflächen. Die Flächen erhalten den Landkreisschlüssel und die jeweilige Waldfunktion als Attribut. Es entstehen damit Ebenen unabhängiger Funktionsflächen.

In der WFK werden zusätzlich, als wichtige ergänzende Informationen, die ausgewiesenen Schutzgebiete nachrichtlich übernommen. Für diese Daten sind in Bayern die mit dem Naturschutz beauftragten Behörden zuständig. Die Übernahme der Daten in digitaler Form von diesen Stellen ist im Sinne der gemeinschaftlichen Bekanntmachung über den Aufbau von raumbezogenen Informationssystemen der Bayerischen Staatskanzlei und der Bayerischen Staatsministerien anzustreben und in einigen Landkreisen bereits erfolgt. Als Hintergrund werden Grundriss, Höhenschichtlinien und Gewässer der Topographischen Karte 1:50 000 (TK50) verwendet. Dieser Massstab gibt in Hinblick auf die Benutzung der WFK in analoger Form für den Planungsraum Landkreis ein gut handhabbares und von der Auflösung her ausreichendes Kartenbild.

4. Datenbanken des FORST-GIS

Die Datenbanken des FORST-GIS sollen die geschlossene, hochauflösende Abbildung des gesamten bayerischen Staatsgebietes ermöglichen und entsprechend den oben aufgeführten Kerndatenbereichen thematisch gegliedert sein. Diese thematische und räumliche Gliederung muss den organisatorischen Belangen genügen. Als Datenbanksystem wird im FORST-GIS das Geographische Datenbanksystem SICAD-GDB der Firma Siemens-Nixdorf (SNI) eingesetzt.

4.1 Das Datenbanksystem GDB

Die GDB ist ein proprietäres Datenbanksystem, das speziell für die Verwaltung von GIS-Daten entwickelt wurde. Für die Abbildung der Daten wird eine hybride Datenstruktur verwendet. Die Geometriedaten werden nach dem Netzwerkmodell (Graphen), die attributiven Daten (Sachdaten) nach dem relationalen Modell strukturiert. Die Struktur der Geometriedaten entspricht damit optimal ihren natürlichen, netzwerkartigen Beziehungen; während die beschreibenden Attribute (Sachdaten) in Form von Tabellen abgebildet und mit den Geometriedaten verknüpft werden können. Die Verknüpfung der beiden Datenbestände ist sowohl geometrisch als auch über semantische Verbindungselemente herzustellen. Die unterschiedlichen Daten Geometrie, Sachdaten und Verbindungselemente werden von dem Datenbanksystem gemeinsam verwaltet und konsistent gehalten.

GIS-Daten können sehr umfangreich sein und grosse Gebiete überdecken; sie sind zweidimensional verteilt. Diesem wichtigen Merkmal wird in der GDB besonders Rechnung getragen. Alle Daten werden zweidimensional partitioniert und in Form sogenannter Zellen verwaltet. Die Zellen sind dabei Blöcke, die eine vorgegebene Anzahl von Zeichen fassen können, denen über die Festlegung eines Plangebietes ein bestimmtes räumliches Segment zugeordnet wird. Beim Überlauf einer Zelle wird sie automatisch in vier gleiche Teile unterteilt, wobei jede neue Zelle räumlich einem der vier Quadranten der Ausgangszelle zugeordnet ist und wieder die vorgegebene Zeichenzahl aufnehmen kann. Diese Methode der zweidimensionalen Datenpartitionierung nennt man *Quadtrees*, da ein Adressbaum entsteht, der jeweils vier Äste hat. Die Datenpartitionierung erfolgt automatisch, entsprechend der Datendichte in einem Bereich. Für die Zellen müssen nur die tatsächlich belegten Speicherbereiche (nicht die volle, reservierte Grösse) vorgehalten werden.

Wichtige Funktionen der GDB sind:

- Die Zugriffszeiten sind unabhängig von der absoluten Grösse des Datenbestandes.
- Der Zugriff kann über Koordinaten (Rechteck, Polygon) bereichsorientiert oder über Attribute objektorientiert erfolgen.
- Suchläufe im relationalen Datenteil können räumlich eingeschränkt werden.
- Bei der Navigation kann alternierend zwischen Geometrie und Attributen gewechselt werden; das Ergebnis ist mengenorientiert.
- Die Überlagerung unabhängiger Datenbanken, die sich auf denselben geographischen Raum beziehen und denen dasselbe Raumbezugssystem zugrunde liegt, ist möglich.
- Änderungen können in Form von Differenzprotokollen aufgezeichnet werden, die für die Fortführung anderer GDB-en geeignet sind.

Die GDB verfügt über eine Datenschnittstelle (SQD = Sequentielles Datenformat), mit der die gesamte Information des Datenmodells an andere Informationssysteme übergeben werden kann. Die Schnittstelle wird von fast allen namhaften GIS-Herstellern (z. B. ESRI) unterstützt. Aus syntaktischer Sicht ist die Ausgabe eine ASCII-Datei; die semantische Information über das Modell wird mittels Schlüsselworten und eindeutigen Objektbezeichnungen (Elementnummern) abgebildet. Die Gesamtdatenbank lässt sich auf mehrere Dateien aufteilen, denen ein bestimmter geographischer Raum zugeordnet wird, d. h. sie kann räumlich fragmentiert werden.

4.2 Aufbau, Verteilung und Synchronisation

Die Datenbanken des FORST-GIS sind entsprechend den Kerndatenbereichen thematisch und massstabsorientiert gegliedert. Zusätzlich wurde eine Datenbank für Übersichtskarten eingerichtet. Diese Festlegung erfolgte in Abhängigkeit von den Eigenschaften der einzelnen Datenbereiche, in Anlehnung an das Konzept MERKIS. MERKIS (Massstabsorientierte Raumbezugsebenen für kommunale Informationssysteme) ist eine Empfehlung des Deutschen Städtetages, die sich insbesondere mit den Problemen der Auflösung und Generalisierung verschiedener, massstabsabhängiger Daten befasst. Die thematische oder vertikale Gliederung der FORST-GIS-Datenbanken umfasst folgende Massstabsbereiche und Themen:

- ⇒ Massstabsebene 1:10 000 für Detail- und Objektplanung (1:5000 bis 1:15 000)
 - Forsteinrichtung
 - Standortskatierung
 - Inventur
 - Naturschutz-Ergänzungen und Schutzwaldsanierung
- ⇒ Massstabsebene 1:50 000 für die Rahmenplanung (1:25 000 bis 1:100 000)
 - Waldflächen nach BayWaldG
 - Waldfunktionen
 - amtliche Schutzgebiete (nachrichtlich)
 - Verwaltungsgrenzen ATKIS-25 (Objektbereich Gebiete)
- ⇒ Massstabsebene 1:200 000 für Übersichtskarten (1:50 000 bis 1:500 000)
 - Waldbesitzarten
 - Organisationsübersichten
 - ATKIS-500 (Übersichtskarte von Bayern 1:500 000)

Alle Daten beziehen sich auf das amtliche bayerische Koordinatensystem. Die Plangebiete der Datenbanken überdecken einen Bereich von 512 x 512 km², der Bayern voll-

ständig umschließt und bei dem die Zellen der Viertelungsstufe 9 ($2^9 = 512$) einem Gauss-Krüger-Kilometerquadrat entsprechen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Plangebiet der FORST-GIS Datenbanken.

Plangebiet der Gesamtdatenbanken:			
Gauss-Krüger-Koordinaten (12°)		Geodätische Koordinaten (Bessel)	
RW	HW	B	L
SW-Ecke: 4200000,00	5200000,00	46°52'18,7235"	8°03'51,3290"
NO-Ecke: 4712000,00	5712000,00	49°14'26,0598"	11°23'44,4649"

Für die Erfassung und Fortführung der Daten im Amtsbezirk einer FoD ist ausschliesslich die FoD zuständig. Aus organisatorischen, technischen und wirtschaftlichen Gründen ist die Gesamtdatenbank deshalb entsprechend den Amtsbezirken der FoD aufzuteilen – horizontale Fragmentierung – und bei den FoD zu installieren. Zu diesem Zweck müssen sechs Gebietsfragmente gebildet werden.

Für den Einsatz des FORST-GIS werden zusätzlich FoD-übergreifende Auswertemöglichkeiten gefordert. Hierfür wird neben den Gebietsfragmenten auch eine Gesamtdatenbank benötigt (Abbildung 3). Diese bayernweite GIS-Datenbank wird zentral am StMELF geführt und soll zusammen mit der Forsteinrichtungsdatenbank (FE-DB) ein vollständiges Informationssystem für die Forsteinrichtung ergeben. Dazu müssen die Daten aus den Gebietsfragmenten der FoD bayernweit zusammengefügt werden. Dieser Vorgang wird projektweise (FoA, Lkr) durchgeführt. Damit entsteht ein Sekundärdatenbestand, ein Replik, neben den FoD-Teildatenbanken. Dieses Vorgehen erfordert ein Synchronisationsverfahren, damit die Datenbestände bei Änderungen abgeglichen werden können. Die Synchronisation erfolgt mittels Differenzprotokollen. Dieses Verfahren für den Abgleich von Replikaten bei verteilten Datenbanken wird «Primary-Copy-Verfahren» genannt.

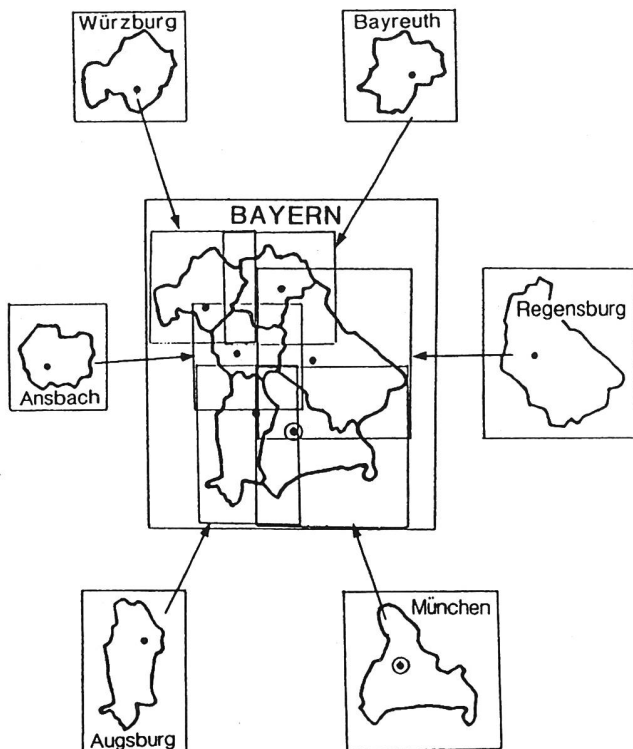


Abbildung 3: Gebietsfragmente der Datenbanken.

Der Grundgedanke der Synchronisation nach dem *Primary-Copy-Verfahren* ist, dass die Stellen, bei denen die Daten erhoben werden, über eine sogenannte führende Kopie (*Primary-Copy*) verfügen, auf der die anfallenden Änderungen ausge-

führt werden. Diese Änderungen werden protokolliert und in sinnvollen Perioden zur Anpassung des Replikats verwendet. Die zeitlichen Abstände sind dabei von der Anwendung abhängig. Dieses Verfahren wurde erfolgreich in analoger Form in der Vermessungsverwaltung in Form der Fortführungskarte eingesetzt und hat sich für Daten, die im EDV-Sinne geringe Änderungsraten haben, bewährt.

Die Vorhaltung eines zentralen Replikats der Datenbank hat neben den vertretbaren organisatorischen Mehrarbeiten, die aufgrund der nötigen Synchronisation entstehen, viele Vorteile. Die wichtigsten Vorteile sind, dass der wertvolle Datenbestand an unterschiedlichen Orten auf verschiedenen Rechnern vorgehalten wird – er ist damit gut gegen Datenverluste geschützt – und dass die Daten für FoD-übergreifende Auswertungen oder externe Nutzungen zentral zur Verfügung gestellt werden können.

4.3 Datendichten und Datenprofile

Ein wichtiges Strukturmerkmal für die Datenbanken sind die Datendichten; sie werden in Elementen je Flächeneinheit (EI/km^2) Waldfläche angegeben. Für die FBK/STK sind sie in Primär- und Sekundärgeometrie unterteilt. Die Primärgeometrie wird dabei für die exakte Modellierung der Objekte Bestand und Standort benötigt und ist sowohl für ihre kartographische Abbildung als auch für die analytische Auswertung relevant. Zur Sekundärgeometrie werden die übrigen Daten zusammengefasst, die zur Darstellung von Zusatzinformationen und der Ausgestaltung benötigt werden. Für die Berechnung der Durchschnittswerte wurden Stichproben von jeweils ca. 1000 km^2 verwendet.

Die Digitalisierung von 1 km^2 FBK/STK erfordert durchschnittlich $1450/1150$ Geometrielemente, für deren Abbildung ca. $2400/2100$ Stützpunktkoordinaten (Ortsvektoren) benötigt werden. Die Koordinatengenauigkeit ist «von aussen nach innen abnehmend». Die Genauigkeit der Staatswaldgrenzen entspricht der Flurkartengenauigkeit. Bestands- und Standortsgrenzen sind – als Abgrenzungen natürlicher Übergangsbereiche – unscharf. Für die Abbildung eines Quadrates von $10 \times 10 \text{ cm}^2$ in der Karte ist somit im Durchschnitt die Eingabe von mehr als 2000 Koordinaten (Ortsvektoren) erforderlich.

Die Datenprofile, gegliedert nach Primär und Sekundärgeometrie, zeigen auch Rationalisierungsmöglichkeiten auf. Die Primärgeometrie, die für die exakte Abbildung der Objekte (Bestand/Standort) erforderlich ist, kann nicht ohne Genauigkeitsverlust reduziert werden. Die Sekundärgeometrie, die bei der FBK zwei Drittel des Datenbestandes ausmacht, könnte durch Vereinfachung der Abbildungsvorschriften noch erheblich vermindert werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Datendichten der FBK/STK.

FBK-Geometrie	Insgesamt	Primär	Sekundär
Punkte (Knoten)	540	210	330
Linien (Kanten)	510	200	310
Flächen	70	50	20
Texte/Symbole	330	0	330
Summe	1450	460	990
STK-Geometrie	Insgesamt	Primär	Sekundär
Punkte (Knoten)	330	230	100
Linien (Kanten)	400	280	120
Flächen	120	100	20
Texte/Symbole	300	0	300
Summe	1150	610	540

Für die WFK werden die Datendichten entsprechend den Hauptthemen Wald, Waldfunktionen und amtliche Schutz-

gebiete gegliedert (Tabelle 3). Ihre Digitalisierung erfordert durchschnittlich ca. 100 Geometrielemente je Quadratmeter Wald, für deren Darstellung rund 700 Stützpunkte benötigt werden. Die Koordinatengenauigkeit entspricht der Lagegenauigkeit der Flächenkonturen in der TK 50. Entlang linienhafter Objekte (Stassen, Wege, Flüsse, ...) werden die Vegetationsflächen teilweise stark verdrängt. Bei der Ableitung von Flächengrößen muss auf diese systematische Verfälschung Rücksicht genommen werden.

Tabelle 3: Datendichte der WFK.

WFK-Geometrie	Insgesamt	Wald	Wald-funktionen	Amtliche Schutzgeb.
Punkte (Knoten)	39,0	18,0	19,5	1,5
Linien (Kanten)	39,4	17,8	20,0	1,6
Flächen	11,0	5,6	5,0	0,4
Texte/Symbole	7,2	0	1,2	6,0
Summe	96,6	41,4	45,7	9,5

Zum Vergleich zwischen den beiden Massstabsbereichen werden die Werte gegenübergestellt. Das Ergebnis zeigt, dass die Elementzahl, die nötig ist, um 1 km² des jeweiligen Datenbestandes abzubilden, beim Übergang vom Massstab 1:10 000 nach 1:50 000, stark abnimmt. Für die Darstellung der kleinermassstäblichen WFK werden nur etwa 1/15 der Geometrielemente benötigt, die für die Abbildung der FBK oder STK erforderlich sind.

Tabelle 4: Elemente je km².

Datenbestand	FBK	STK	WFK
Massstab	1:10000	1:10000	1:50000
Datendichte (El/km ²)	1450	1150	100
Stützpunkte	2400	2100	700
Objekte (Flächen)	50	100	5
Konturen/Knoten	410	510	40
Sekundärgeometrie	990	540	10
Hintergrund	0	(FBK: 850)	Wald: 42

5. Kartenausgabe

Die Präsentation von GIS-Daten in Karten ist nach wie vor die wichtigste Darstellungsform. Beim FORST-GIS ist die auto-

mationsgestützte Kartenproduktion das Haupteinsatzziel vor der analytischen Nutzung der Daten. Karten werden im GIS als Ableitungen aus demselben Datenmodell betrachtet, das auch Grundlage für die analytischen Auswertungen ist.

5.1 Karten als GIS-Produkte

Für die digitale Kartenfertigung auf Basis eines GIS wird erwartet, dass analoge kartographische Ausdrucksformen als Mittel visueller Information durch den Einsatz digitaler Technologie schneller, kostengünstiger und flexibler bereitgestellt werden, als es mit der klassischen Kartentechnik möglich ist (HAKE/GRÜNREICH, 1995). Der Hauptnachteil analoger Karten ist, dass sie Unikate sind, die man zwar reproduzieren, aber inhaltlich nur begrenzt verändern kann. Digitale Daten dagegen können auf Basis ihrer Bezugseinheiten schnell thematisch variiert und damit mehrfach genutzt werden.

5.2 Ablauf der Kartenfertigung im FORST-GIS

Nach der Digitalisierung eines Projektes (FoA, Lkr) werden die Daten für die weitere Verarbeitung von der zuständigen FoD an die Kartographische Anstalt (KA) des StMELF übergeben. Sie werden dort für die Kartenfertigung in einer Projektdatenbank aufgebaut und verwaltet. Zunächst vergleicht ein Prüfprogramm die Struktur der erfassten Daten mit der vorgegebenen Sollstruktur (Qualitätssicherung). Verifizierbare Abweichungen können automatisch behoben, die übrigen Abweichungen müssen in einem gezielten, interaktiven Prozess durch den Sachbearbeiter schrittweise geklärt werden. Nach Abschluss der Bearbeitung erhält die FoD ein Änderungsprotokoll (Differenzprotokoll) zur Aktualisierung ihrer Teildatenbank (Synchronisation der Datenbestände) zurück. Die abschliessende Korrektur und Abnahme des Projektes erfolgt durch den verantwortlichen Datenredakteur (Forsteinrichter, Standortserkunder, Wald-funktionsplaner) (Abbildung 4).

Für die Kartenfertigung wird von der KA zu jeder Karte eine Montageanweisung erstellt, die aus dem Rahmenbild, der Legende und den Referenzen auf die betreffenden Datenbankbereiche besteht. Die Forstbetriebs- und Standortskarte enthalten meist Staatswaldinseln. Damit handliche Formate entste-

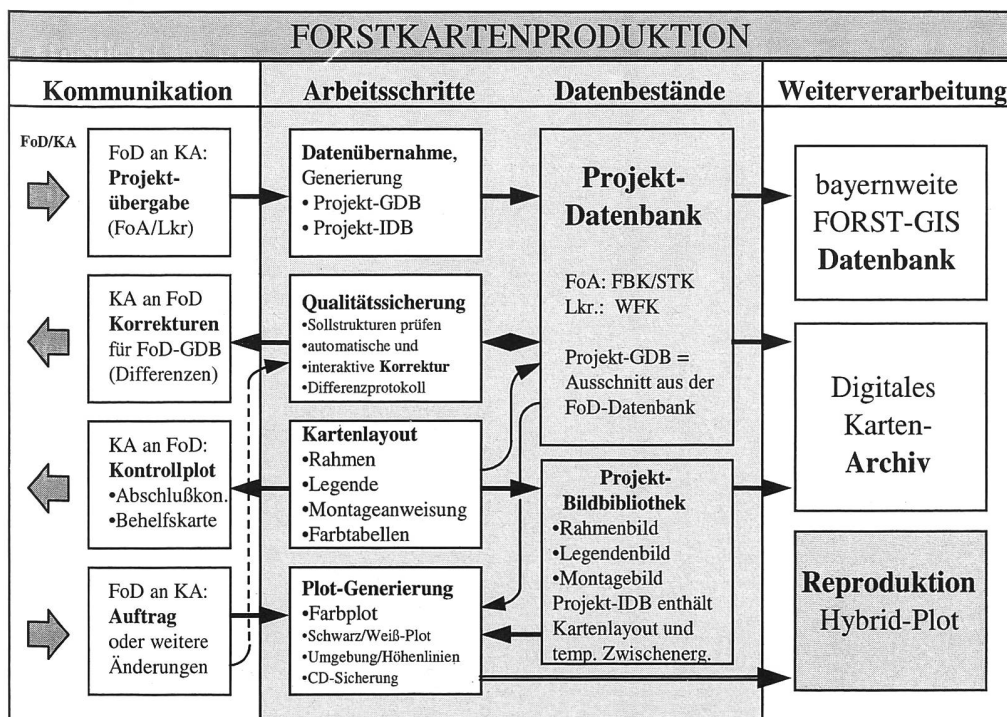


Abbildung 4: Ablauf der Forstkartenreproduktion.

hen, werden Teildaten in Form von Einsatzbildern eingefügt. Nach der Definition des Kartenbildes werden Farbplots mit allen Daten erzeugt. Diese Farbplots dienen den FoD als Grundlage für die Abnahme und Druckfreigabe. Die Farbplots können überdies als Behelfskarten eingesetzt werden, bis die endgültige Karte vorliegt.

5.3 Reproduktion mittels hybridem Plotten

Die Wahl des Reproduktionsverfahrens für eine Karte hängt von ihrer Auflage, ihrem Format und ihrer inhaltlichen Gestaltung ab. Forstkarten sind wegen ihrer relativ geringen Auflage, der Formate bis DIN A0 und der vielen Flächenfarben sehr aufwendig in der Herstellung. Die Auflage der FBK erfolgt in etwa 100 Exemplaren (ca. 50 Stück farbig und 50 Stück schwarz-weiß). Bis 1995 wurden sie im Offsetverfahren (8 bis 12 Farben) gedruckt. Für die Erstellung der Druckvorlagen mussten dazu, nach erfolgter Druckfreigabe, die Daten in Farbauszügen (mit im Hochgebirge bis zu 22 verschiedenen Farben) zerlegt und auf Folien geplottet werden. Die Farbauszüge bildeten die Grundlage für die reprotechnische Weiterverarbeitung zu Farbdeckern. Für die Gebrauchskarte waren das Umgebungsdetail und die Höhenschichtlinien in analoger Form hinzuzufügen. Dieser teure und aufwendige Weg wurde 1995 durch die Reproduktion mittels hybridem Plotten abgelöst. Bei der STK erfolgt die Prüfung der Daten und die Erstellung des Kartenlayouts analog zur FBK, es ist zusätzlich eine umfangreiche Legende anzufertigen. Die STK wird nur in einer Auflage von ca. 10 Karten erstellt, sie wird wie die FBK hybrid geplottet. Die WFK wird in einer Auflage von 300 bis 400 Exemplaren benötigt. Die Karte wurde deshalb nach wie vor mittels Offsetdruck gefertigt. Nach erfolgreichen Versuchen wurde 1997 auch die Reproduktion der WFK auf das hybride Plotten umgestellt (*Abbildung 5*).

Beim hybriden Plotten werden Raster- (Bildpunkte, Pixel) und Vektordaten (Punkte, Linien, Flächen) gemeinsam verarbeitet. Die Ausgabe erfolgt auf Elektrostplottern in vier Durchläufen in den Farben: cyan, magenta, gelb und schwarz, dem sogenannten subtraktivem Farbmischverfahren (CMYB). Die Plotsoftware fügt dazu die Raster-

und Vektor-Eingaben zu einem hybriden Plotauftrag zusammen und erzeugt daraus 4 Rasterausgaben, die zeilenweise in vier Durchläufen – elektrostatisch – auf das Papier übertragen werden. Die Auflösung der eingesetzten Elektrostplotter beträgt 400 Bildpunkte pro Inch (2,54 cm), sie wird dann mit 400 dpi (dots per inch) bezeichnet.

Die hybride Verarbeitung von Daten ist für die Plotausgabe seit einigen Jahren im Einsatz. Für die Reproduktion der Forstkarten konnte das Verfahren jedoch erst in Betracht gezogen werden, als Elektrostplotter auf den Markt kamen (1995), die über ausreichende Kopiergeschwindigkeiten verfügten, um sie für eine kleinere Kartenaufgabe (50 bis 100 Kopien) einsetzen zu können. Plotter wurden bisher nur für die Ausgabe von Einzelexemplaren oder einigen Kopien verwendet; für ihren wirtschaftlichen Einsatz an der Stelle eines Druckverfahrens für kleine Auflagen war eine schnellere Kopierfunktion mit einer Wiederholfrequenz von mindestens 10 Karten/Stunde unabdingbar.

Nach der Einführung des hybriden Plottens für die Kartenreproduktion werden nunmehr die wichtigsten Forstkarten, von der Digitalisierung bis zur analogen Ausgabe auf Papier, in vollständig digitalen Prozessen erstellt. Dieses neue Verfahren beschleunigt die Kartenreproduktion erheblich und erspart mehr als die Hälfte der ursprünglichen Druckkosten; zudem können die aufwendigen Zwischenprodukte, bis zu 40 Folien und Druckplatten je Karte, eingespart werden.

6. Übersicht zum Projektverlauf

Über die technischen und organisatorischen Massnahmen bei der Einführung des Forst-GIS in Bayern haben ROTTMANN und SCHREYER bereits 1991 sowie LOTHER und NEFT 1994 berichtet. Das Forst-GIS wird seit dem Beschluss zur Einführung eines forstlichen Geoinformationssystems bei der Bayerischen Staatsforstverwaltung 1990 phasenweise in die Produktion eingeführt, wobei die Hauptanwendungen in drei Ausbaustufen zusammengefasst sind. Die wichtigsten Einführungsphasen sind in *Tabelle 5* aufgeführt.

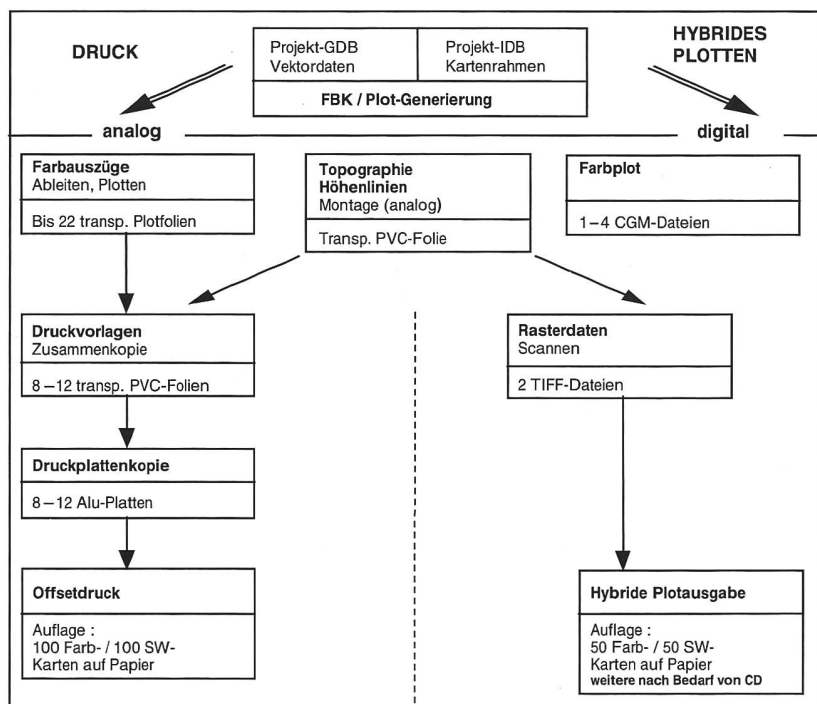


Abbildung 5: Gegenüberstellung Druck/hybrides Plotten für die FBK.

Zusammenfassung

Die Bayerische Staatsforstverwaltung hat 1991 die Einführung eines Geoinformationssystems (FORST-GIS) beschlossen, dessen Ziele die rationelle automationsgestützte Produktion der Forstkarten und die Mehrfachnutzung der anfallenden digitalen Daten für andere forstliche Anwendungen sind. Die Einführung des FORST-GIS wurde im Jahre 1993 abgeschlossen, das System ist nunmehr seit fast sechs Jahren in Produktion. In den ersten Einsatzjahren konnten zunächst bestehende Rückstände bei der Kartenerstellung abgebaut werden. Neben der dauerhaften Erhöhung der Fertigungskapazität waren jedoch von Anfang an auch die Senkung der Produktionskosten für die Karten und Personaleinsparungen geplant. Diese Ziele und die Verknüpfung mit anderen Datenbanken der Staatsforstbetriebe, insbesondere mit Forsteinrichtung und Forstinventur sowie anderen Forstanwendungen, sind heute erreicht. Es geht nun vermehrt darum, die verfügbaren Daten für überbetriebliche Zwecke, z. B. als Entscheidungsgrundlage für Waldbaukonzepte oder als Argumentationshilfe für Forstpolitik und Privatwaldförderung einzusetzen. Inzwischen hat sich das FORST-GIS zu einer umfangreichen GIS-Datenbasis für forstliche Zwecke entwickelt. Der Beitrag stellt, ausgehend von den Zielsetzungen, das Konzept des FORST-GIS, seine Kerndatenbestände, die Verfahren für Datenerfassung und Kartenausgabe vor und gibt einen Überblick über den Stand der Arbeiten.

Résumé

État, buts et planifications en cartographie forestière dans l'Administration Forestière Bavaroise

En 1991, l'Administration Forestière Bavaroise a décidé d'introduire un système d'information géographique (FORST-GIS) visant à obtenir une production rationnelle des cartes forestières, assistée par ordinateur, et l'usage des données numériques également pour d'autres applications forestières. L'introduction du FORST-GIS s'est terminée en 1993. Le système est désormais en exploitation depuis presque six ans. Les premières années d'utilisation ont permis de rattraper le retard dans la fabrication des cartes. A part l'augmentation continue des capacités de production, on a planifié depuis le début la réduction des coûts de production des cartes et des frais de personnel. Aujourd'hui, ces buts ont été atteints, de même que la liaison avec d'autres banques de données des entreprises forestières étatiques, notamment avec celles des aménagements et des inventaires forestiers. Il s'agit désormais de plus en plus d'utiliser les données disponibles pour des applications plus ordinaires, par exemple pour la prise de décisions en matière de concepts sylvicoles ou à des fins d'argumentation dans la politique forestière ou la promotion des forêts privées. Aujourd'hui, le FORST-GIS est devenu une vaste banque de données SIG destinées aux applications forestières. A partir des objectifs fixés, l'article présente le concept du FORST-GIS, ses principales banques de données, la procédure de saisie des données et la production de cartes, et donne un aperçu de la situation actuelle des travaux.

Traduction: TAMARA BRÜGGER

Summary

Status, Objectives and Planifications in Forest Cartography in the Bavarian Forest Administration

In 1991 the Bavarian Forest Administration decided to develop and introduce a Geographical Information System (FORST-GIS), with the purpose of automated and computer-based rationalized production of forest maps and the multi-

ple use of processed digital data for various forest applications. The development and installation of FORST-GIS was achieved in 1993. The FORST-GIS has been operating for six years now. During the first years of its use it was possible to work off the backlog of map production. Besides the continuous increase of production capacity it was planned to reduce map production costs and staff. These goals have been achieved. In addition, the GIS database can be linked with forest office data, forest valuation data or inventory data. Nowadays FORST-GIS is more and more used for making the data available for more common applications, such as decisions on silviculture or for providing argumentary data in forest policy and for private forest promotion. Meanwhile FORST-GIS has become a large GIS database for forest applications. The article gives a survey concerning application targets, concepts, main database, data digitization, map production and the actual status of FORST-GIS.

Literatur

- BAYER. STAATSKANZLEI UND ALLE STAATSMINISTERIEN (1992): Gemeinsame Bekanntmachung über den Aufbau raumbezogener Informationssysteme vom 7. Januar 1992, AllMBl S. 104, Fmbl S. 118.
- BEECKMANN, H. (1988): Geographische Informationssysteme für die technische Verwaltung, Schriftenreihe data Praxis, München, Siemens AG.
- HAKE, G.; GRÜNREICH, D. (1995): Kartographie, Lehrbuch, 7. Auflage, De Gruyter, Berlin.
- IMHOF, E. (1972): Lehrbuch der allgemeinen Geographie, Band X: Thematische Kartographie, De Gruyter, Berlin.
- KRAUS, K. (1996): Topographische Informationssysteme, Vortrag im Rahmen des Geodätischen Seminars an der TUM.
- LOTHER, G. (1991): Kommunale Raumbezogene Informationssysteme, Mitteilungsblatt DVW-Bayern 43, S. 385–413.
- LOTHER, G.; NEFT, R. (1994): Das forstliche Geoinformationssystem (FORST-GIS) der Bayer. Staatsforstverwaltung, Mitteilungsblatt DVW-Bayern 46, S. 309–325.
- LOTHER, G. (1996): Thematische Aspekte bei der Präsentation von GIS-Daten am Beispiel von Forstkarten, Tagungsband Fortbildungseminar Geoinformationssysteme, 25.–28.3.96, TUM und DVW-Bayern, München.
- ROTTMANN, M.; SCHREYER, G. (1991): Ein forstliches Geoinformationssystem für die Bayer. Staatsforstverwaltung, Allgemeine Forstzeitschrift 46, S. 732–736.

Verfasser

Dipl. Ing. GEORG LOTHER, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Kartografische Anstalt, Ludwigstrasse 2, D-80535 München.
Forstdirektor Dr. MICHAEL ROTTMANN, Forstdirektion Oberbayern, Maximilianstrasse 39, D-80538 München.