

Das Luftbild-Informationssystem des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz (LUBIS)

1 Ausgangssituation

Luftbilder beinhalten zum Zeitpunkt der Aufnahme eine absolute Dokumentation der Landschaft, deren Inhaltsfülle nur von der Auflösung des Objektivs und des Films begrenzt wird. Sie sind daher vielseitig interpretierbar und für einen vielfältigen Nutzerkreis von großem Interesse. Gleichzeitig sind Luftbilder stichtagsbezogene Zeitzeugen der Landschaftsentwicklung, sodass sie jederzeit und auf Dauer für Auswertungen und Visualisierungen zur Verfügung stehen sollten.

Große Bedeutung besitzen sie daher im Vermessungs- und Katasterwesen insbesondere für die Auswertung geotopographischer Daten zur Fortführung der Landeskartenwerke und des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS®). Daher ist dem Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz (LVermA) im § 1 des Landesvermessungsgesetzes (LVerMG) u. a. die Aufgabe zugewiesen, Luftbilder und Fernerkundungsdaten, soweit diese für die Landesvermessung oder das Liegenschaftskataster von Bedeutung sind, zentral zu registrieren und vorzuhalten. Folgende typischen Arbeiten fallen in der Tagespraxis dabei an:

- Zentrale Erfassung und Integration eigener Bildflug- und Fernerkundungsdaten sowie entsprechender Daten anderer Stellen,
- Auskunftserteilung über vorhandene Luftbilder bestimmter Interessensgebiete,
- Bearbeitung von Luftbildreproduktionsaufträgen.

Die bisherige Erledigung dieser Arbeiten stützte sich auf manuelle Techniken, nämlich die

- Erfassung/Eintragung in Karteiblätter,
- Anfertigung transparenter Übersichten als Deckfolie zur Topographischen Karte 1:50 000 (TK 50) und
- Erteilung von Auskünften.

Sie stand zunehmend in krassem Missverhältnis zur stark angewachsenen Datenmenge und der aus Kundensicht notwendigen zeitnahen Bereitstellung, verbunden mit dem

Wunsch nach individuellen Informationen. Oft trat der Kommen-Sie-mal-und-wir-gucken-mal-Effekt auf, d. h. der Kunde suchte oftmals gemeinsam mit dem Sachbearbeiter vor Ort im Archiv sein gewünschtes Luftbild mühsam heraus. Der hierfür erforderliche Arbeitsaufwand war erheblich.

Es lag daher nahe, die analogen Luftbild- und Fernerkundungsdaten in digitale Informationen umzuwandeln, um mit geeigneten Handwerkszeugen darauf zugreifen zu können. Exakt diese Zielrichtung verfolgt das Luftbildinformationssystem (LUBIS). Das Landesvermessungsamt wird damit in die Lage versetzt, schneller, effizienter und kundenorientierter zu arbeiten. Die Ablösung der analogen Welt durch ein digitales System lässt sich mit der Zen-Weisheit Der Weg ist das Ziel umschreiben.

2 Geographisches Informationssystem GIS

GIS, ein Akronym für Geographisches Informationssystem, verändert zunehmend die DV-Landschaft und langfristig unsere Gesellschaft. Gab es vor 1992 fast ausschließlich UNIX-basierende Systeme, so hat die Verbreitung der i. d. R. preiswerteren aber ebenfalls leistungsstarken WINTEL-Systeme (PC mit dem Betriebssystem Windows und Prozessoren der Fa. Intel) GIS dem Massenmarkt zugänglich gemacht. Routenplaner, digitale Karten, Telefonnummern mit Stadtplänen oder kartenbasierende Navigationssysteme auf CD-ROM (DVD-ROM) sind inzwischen zur Massenware geworden und im täglichen Gebrauch bald nicht mehr wegzudenken.

In all diesen Produkten stecken Grundfunktionalitäten von GIS. Einfach ausgedrückt dient ein GIS dazu, Daten räumlich einzuordnen und zu überlagern, ihre Beziehungen untereinander zu analysieren und die Ergebnisse in Karten oder Tabellen zu präsentieren. GIS integriert insbesondere die Teildisziplinen Informatik, Kartographie, Geodäsie, Photogrammetrie / Fernerkundung, Geographie, Statistik und Raumplanung. Im Wesentlichen muss ein GIS das gesamte Funktionalitätenspektrum von der Datenerfassung über die Datenverwaltung und

die Datenanalyse bis hin zur Datenpräsentation beherrschen [1, 2]. Basis eines GIS sind stets die Daten, hier die Geoinformationen, die möglichst so leicht verfügbar sein müssen wie Strom aus der Steckdose. Nur so können aus dem Rohstoff Geoinformationen in unserem digitalen Informationszeitalter immer mehr Produkte entstehen. Die Zeit der Mehrwertschöpfung aus Daten beginnt. GIS wird zunehmend in Geschäftsabläufe vollständig und unternehmensweit integriert. Mit den GIS-Produkten kommen zunehmend direkt gekoppelt auch Daten ins Angebot [3].

Dies wird durch folgende Erkenntnisse erhärtet:

- Mindestens 80 % aller politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen haben mit Raumbezug zu tun.
- Heute leben mehr Menschen auf der Erde als in der Summe seit Adam und Eva gestorben sind.
- Wie man Informationen sammelt, verwaltet und verwendet wird darüber entscheiden, ob man zu den Siegern oder Verlierern der Informationsgesellschaft gehört.
- Die jährlichen 2-stelligen Zuwachsraten im GIS-Bereich untermauern eindrucksvoll, dass sich hier was tut, ganz nach dem Motto: Wir haben verstanden.

Geoinformationen lassen sich nur dann bedarfsgerecht einsetzen, wenn zu deren Nutzung auch entsprechende Software zur Verfügung steht. Mittlerweile wird der Markt von GIS-fähiger Software förmlich überschwemmt. Alle versuchen ihre Software als das Nonplusultra darzustellen. Der Markt ist sehr unübersichtlich geworden, wengleich 90 % des Marktes von etwa 10 Marktführern beherrscht wird [3]. Gleichwohl muss der Anwender aufgrund eines eigenen Anforderungsprofils entscheiden, welche angebotenen Softwarewerkzeuge seinen Bedürfnissen gerecht werden können. Dabei stellt sich aber auch immer wieder heraus, dass es keine vorkonfektionierte, allen Belangen gerecht werdende GIS-Software gibt. Deshalb galt auch für LUBIS die Aussage: man kann kein GIS kaufen, sondern man muss es selbst mit verfügbaren Werkzeugen realisieren.

2.1 Hill4GIS®-Software (Abb. 0)

Als im LVerMA erste EDV-technische Vorüberlegungen für LUBIS angestellt wurden, war eine geeignete GIS-Software nicht marktverfügbar.

Es gab nach einer Umfrage keine Firma, die eine PC-basierende Software-Lösung anbieten konnte. Die Angebote für UNIX-Lösungen sprengten jeden Kostenrahmen und erfüllten auch andere Anforderungen nicht.

Eine Umfrage bei anderen Landesvermessungsämtern ergab schließlich, dass das LVerMA Schleswig-Holstein die gleiche Problemstellung mittels einer eigenen Softwareentwicklung (DOS-Programm BILDFL von Herrn Bergert) versucht hatte zu lösen.

Der dabei gewählte Ansatz entsprach in seinen Grundsätzen auch den Vorstellungen im Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz. Zusammen mit dem innovativen Softwareentwickler Hermann Josef Hill aus Koblenz wurde hiervon ausgehend deshalb das Projekt LUBIS gemeinsam in Angriff genommen.

Eckpunkte der Realisierung waren:

- Softwareplattform: MS-Windows,
- Hardwareplattform: Standard-PC,
- Schneller Bildaufbau großer Rasterdatenbestände,
- Anbindung beliebiger relationaler Datenbanken,
- Darstellen von Vektorinformationen,
- Unmittelbare Verfügbarkeit des gesamten Quellcodes.

Schließlich sollte die Software

- den Anforderungen der Anwender entsprechen (Funktionalität),
- weitgehend fehlerfrei und immer nutzbar sein (Zuverlässigkeit),
- einfach zu bedienen sein (Benutzerfreundlichkeit),
- hohe Ablaufgeschwindigkeiten und kurze Antwortzeiten garantieren (Performance),
- leicht zu ändern und anzupassen sein (Wartbarkeit),
- in Erstellung und Betrieb möglichst preiswert sein (Kosten).

Mit der bis 1999 entwickelten Softwarefunktionalität stehen auch zahlreiche Entwicklungswerkzeuge zur Verfügung, die neben LUBIS zu einer Reihe weiterer Produkte führten wie

- **DigTK100 1. und 2. Ausgabe**
Rasterdaten der digitalen Topographischen Karte 1:100 000 in Verbindung mit Sachdaten auf CD-ROM.
- **DigTK100_P (Polizeiversion)**
Rasterdaten der digitalen Topographischen

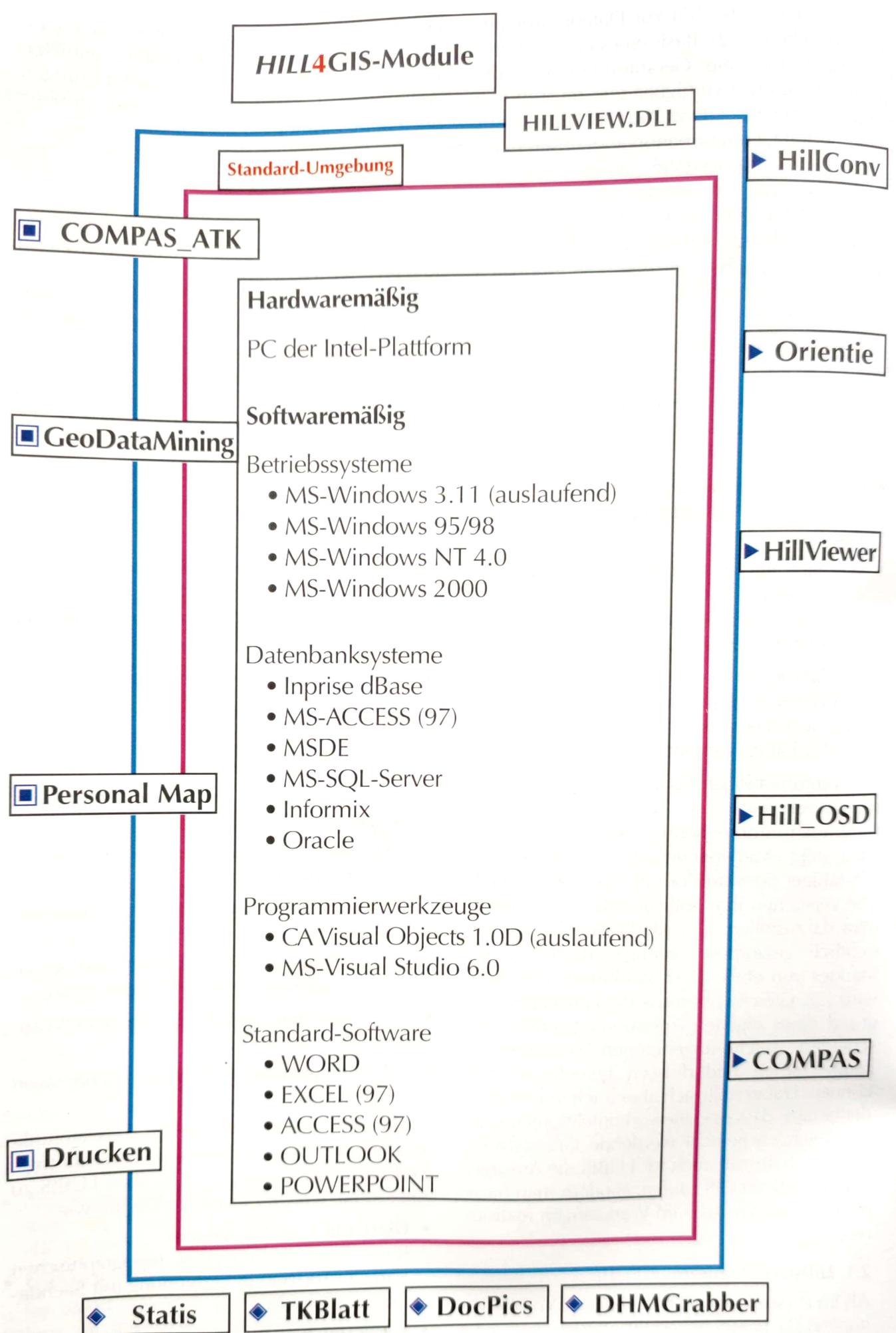


Abb. 0: Komponentenkonzept der Hill4GIS®-Software

Karte 1 : 100 000 in Verbindung mit einer Polizeidatenbank auf CD-ROM.

- **BoRiWe 98, BoRiWe 2000**
Rasterdaten der digitalen Topographischen Karte 1:100 000 in Verbindung mit amtlichen Bodenrichtwerten mit integrierter Immobilien- und Bilddatenbank.
- **VG_Unkel**
Rasterdaten (TK 25, DGK 5 und Orthophoto) einer Verbandsgemeinde mit Objekterfassung und Anzeige auf CD-ROM.
- **KoRas**
Rasterdaten (TK 50, Stadtplan, DGK 5) der Stadt Koblenz mit integrierter Straßennamendatenbank und erweiterter Objekterfassung, Anbindung von Bauleitplanung- und Bodenrichtwertdatenmodul.
- **GruGIS**
Das digitale Auskunftssystem für den Außendienst der Grundlagenvermessung (Lage, Höhe, Schwere).
- **COMPAS_ATK (Version Fuchs)**
GIS-Anwendung zur Erfassung und Registrierung bei der Fuchsköderausbringung zur Tollwutbekämpfung per Hubschrauber (Projekt mit HahnHelicopter).
- **TIMap (TIM / TID)**
Topographisches Informationsmanagementsystem.
- **CD-ROM Über die Grenzen (UediGren, AudeFron)**
Herstellung einer grenzüberschreitenden Karte 1 : 25 000 mit den Ländern Frankreich, Luxemburg, Saarland und Rheinland-Pfalz
Ergänzend sei noch angemerkt, dass die Lizenznehmer der Software uneingeschränkt über ein eigenes Rasterdatenformat (HIL-Format) und über den gesamten Quellcode verfügen. Sie sind somit nicht nur Herr der Daten, sondern auch der Software. Insoweit wurde hier das OpenSource-Modell (freigegebener Quellcode, z. B. LINUX) bereits realisiert.

Erklärung der Kurzbezeichnungen in der Abb. 0:

HILLVIEW.DLL

Kernmodul der Rasterverarbeitung

HILLConv

Konverter von TIF- und PCX-Dateien in das verschlüsselte HIL-Format

Orientie

Programm zum Georeferenzieren der Bilddatei

HillViewer

Betrachtungsprogramm der HIL-Dateien

Hill_OSD

On Screen Digitizer; Bildschirmdigitalisierungsprogramm

COMPAS

Computer Organized Mapping and Positioning System GPS - Visualisierung in Echtzeit in digitalen Karten

COMPAS_ATK

Benutzergesteuerte DGPS-Echtzeiterfassung zur digitalen und attributiven Landschaftserhebung in Echtzeit und direkte Darstellung der Objekte in PM

GeoDataMining (GDM)

Schneller Zugriff auf große Sachdatenmengen und fachliche/geometrische Abfrage

Personal Map (PM)

Eigene digitale Kartenwelten erzeugen oder vorhandene einbinden objektstrukturierter Zugriff bis hin zum Brechungspunkt

Drucken

Druckausgabe bis hin zu DIN-Format A0 mit Folien- und Thematikwahl

Statis

Statistische Auswertung und graphische Darstellung von Kaufpreisen, Einwohnerzahlen, Unfallstatistiken, Verkaufsregionen u. a. georeferenziert z. B. als Tortengrafik oder Rasterung

TKBlatt

Verwaltung der Blattschnitte TK 100, TK 50, TK 25 und DGK 5

DocPics

Georeferenziertes Ablegen von Bilddaten, Textdokumenten, Tondokumenten und Videoclips mit animierter Darstellung

DHMGraBber

Erzeugen digitaler Geländeschnitte (Längs- und Querprofile)

2.2 DV-Spezifisches

Das DV-entwicklungstechnische Vorgehen war von folgenden Überlegungen geprägt:

- Es wird keine Maximallösung mit überdimensionaler Technologie angestrebt.
- Der Anwender soll sich nicht mit komplexen Programm- und Datenstrukturen beschäftigen.
- Definitionen und Normierungen sollen nicht im Vordergrund stehen.

- Pragmatisches Vorgehen ist unter dem Motto angesagt:
 - Wo liegt das Problem?
 - Wie können wir es lösen?

Mit der bewährten Vorgehensweise Synchronisierung und Stabilisierung (Synchronisierung und Stabilisierung) der einzelnen Entwicklungsschritte wurden komplexe Abläufe in handliche Häppchen aufgeteilt, sodass die Softwarefunktionalität über definierte Meilensteine schrittweise den Forderungen der Anwender nach schlanker problemlösungsorientierter Technologie hinreichend Rechnung trägt.

Die einzelnen Features wurden in einem fortlaufenden Prototyping implementiert und getestet. Das LVerMA steuerte dabei den DV-Entwicklungsprozess und war in die Konzeption des Feinkonzepts mit eingebunden.

Die in C++ geschriebene HILLVIEW.DLL (das Rasterdatenmodul) lässt sich leicht über definierte Funktionsaufrufe in jede andere C-ähnliche Softwareumgebung einbauen.

Die Softwareentwicklung lief in verschiedenen Ebenen ab.

- Entwicklung zeitkritischer und komplexer Prozesse unter C/C++ mit objektorientierten Techniken (Kapselung von Eigenschaften in Klassen und Erzeugung von Exemplaren dieser Klasse zur Programmlaufzeit, die untereinander Nachrichten austauschen und damit Methoden der Klassen aufrufen) und Bereitstellung als DLL (dynamic link library).

Anforderung an den Entwickler: sehr gute Windows- und C/C++-Kenntnisse.

- Erstellen von Methoden nach der objektorientierten Programmierung (Stichwort: Vererbung und wiederverwendbarer Code) unter CA Visual Objects 1.0d, dazu gehört auch die Datenbankbindung.

Anforderung an den Entwickler: gute MS-Windows- / Visual Objects- und Datenbankkenntnisse.

- Entwicklung und Erweiterung der bestehenden Benutzeroberfläche (Visual Objects 1.0d).

Anforderung an den Entwickler: MS-Windows- und Visual Objects-Kenntnisse.

- Integration von externen Programmen über eine Schnittstelle zu MS-Visual Basic.

Anforderung an den Entwickler: gute MS-Windows- / MS-Visual Basic 6.0-Kenntnisse.

So ist im Laufe der Zeit eine Art Werkzeugkasten entstanden, mit dem sich weit über die

LUBIS-Entwicklung hinaus auch andere GIS-Fragestellungen lösen lassen (Nr. 2.1).

Der Entwickler kann, ähnlich wie mit einem Legokasten, das gewünschte Softwareprodukt (Anwendungssoftware) zusammenstellen und bequem den steigenden Anforderungen anpassen. Das Vorliegen des Quellcodes dieser Bausteine erleichtert schnellstmögliche und kostengünstige Anpassungen.

LUBIS liegt zur Zeit als 16-Bit-Lösung vor, wobei die Anbindungen (Nr. 4.7) als 32-Bit-Module entstehen. Der komplette Umbau von LUBIS in eine reine 32-Bit-Version ist für das Jahr 2000 geplant. Die Umstellung erfolgt im Rahmen eines Entwicklungsauftrags des Projekts der Landesvermessungsämter der Bundesländer Bayern, Rheinland-Pfalz und Saarland für TIM / TID (Topographisches Informations-Management und Topographischer InformationsDienst). Die DV-technische Realisierung durch den Softwareentwickler Hill ist angelaufen.

3 Luftbildsachdaten

Die Grundlage eines digitalen Informationssystems ist das Überführen der vorhandenen analogen Daten (meist in Karteikarten) in eine Datenbank. Die erstmalige Datenerfassung und -haltung geschah aus damaligen softwaretechnischen und historisch gewachsenen Gründen auf der Clipper / dBase - Schiene. Später wurde wegen der Zukunftsperspektive auf das Datenbankprodukt MS-ACCESS 8.0 gewechselt.

3.1 Datenmodell

Eine Datenbank besteht aus mindestens einer Tabelle, die wiederum in einzelne Felder unterteilt ist. Voraussetzung für eine effiziente Datenhaltung und einen optimalen Datenzugriff ist die Erstellung einer logischen Datenstruktur, man spricht auch vom Datenbankdesign.

Die Luftbilddaten des LUBIS werden in zwei Tabellen abgelegt (Abb. 1). Es wird zwischen Luftbildsachdaten und Luftbildmitten unterschieden. Zwischen beiden Tabellen wurde eine 1 : n-Beziehung mit referentieller Integrität hergestellt, d. h. es darf keine Bildmitten geben, wenn dazu kein Sachdatensatz existiert. Die Verknüpfung erfolgt über einen eindeutigen Index, einen Schlüssel (primary key).

Der Schlüssel in LUBIS ist 11-stellig. Er setzt sich zusammen aus

3 Stellen: Kategorie,

4 Stellen: Bildflugnummer,

2 Stellen: Jahrgang,

2 Stellen: lfd. Nummer.

Beispiel: LVH 0005 65 01

(LVH: Landesvermessung Hochbefliegung)

Die lfd. Nr ist abhängig vom Wechsel des Maßstabs, Anzahl der Filmrollenwechsel und der Filmart während eines Bildflugs ab einem bestimmten Flugstreifen. Der Schlüssel wird automatisch bei der Erfassung erzeugt.

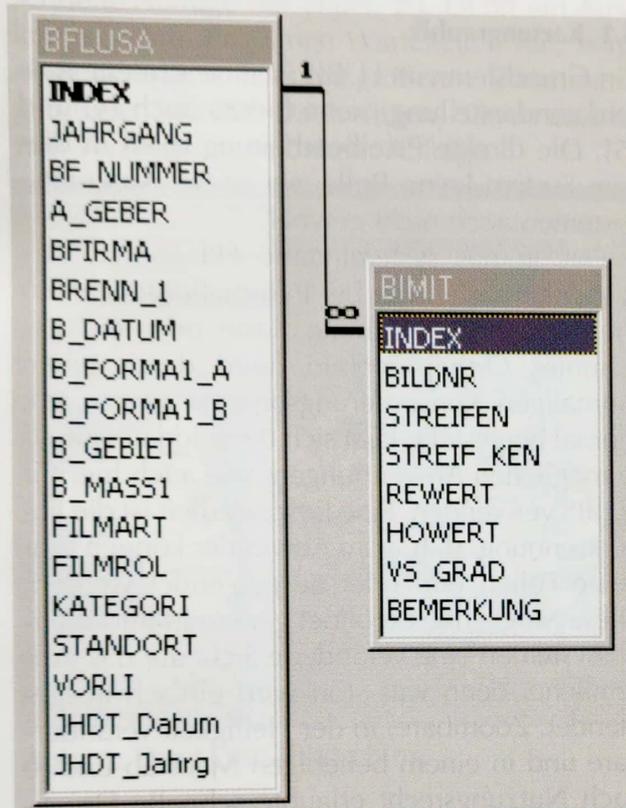


Abb. 1: Datenmodell der Luftbilddaten

Verknüpfungen zu weiterführenden Informationen in den Tabellen Befliegungsfirma und Auftraggeber sind über die Felder BFIRMA und A_GEBER realisiert.

Über die Standortangabe kann direkt auf jedes Bild des Bildflugs zugegriffen werden. Über die Ziffernvergabe z. B. 36 2 1 3 1 7 weiß der Bearbeiter direkt, wo er fündig wird, nämlich in

- Raum 36
- Schrank-Nr. 2
- Segment 1
- Etage 3
- Stapel-Nr. 1
- Son. Info 7

Die Art des Originals gliedert sich in folgende Klassen:

- SW schwarz-weiß

- SW-IR schwarz-weiß; infrarot
- C colour
- C-IR colour; infrarot
- UNBEK unbekannt
- KA keine Angabe.

Hauptkriterium für die Sortierbarkeit der Daten ist die Einteilung in Kategorien.

Kategorie	Bezeichnung	Farbliche Darstellung
ALC	Alliierte Carls	Violett (hell)
ALK	Alliierte Uni Keele	Violett (dunkel)
KOM	Kommunen	Weiß Violett (hell)
LVF	Landesvermessung Frühjahrsbefliegung 1:5 000	Gelb
LVH	Landesvermessung Hochbefliegung 1:34 000	Rot
LVS	Landesvermessung Sommerbefliegung 1:5 000	Grün
FLB	Flurbereinigung	Braun
STV	Straßenverwaltung	Schwarz
FOR	Forstverwaltung	Gelb/Grün
LHA	Landeshauptarchiv	Orange
SON	sonstige	Blau

3.2 Ersterfassung, Datenhaltung und Fortführung

Die Erfassung der Daten, insbesondere die Ersterfassung stellt für jedes Informationssystem einen großen Zeitfaktor dar. LUBIS bestätigt, dass bei der Realisierung eines GIS die Datenerfassung mit fast 80 % der Gesamtkosten zu Buche schlagen kann. Außerdem muss sichergestellt werden, dass der Datenbestand richtig erfasst in der Datenbank abgelegt ist.

Bei der Datenerfassung wurde unterschieden zwischen

- alphanumerischer Luftbildsachdatenerfassung und
- graphisch interaktiver Bildmittenerfassung am Digitalisiertisch.

Es wurde konsequent auf eine benutzergesteuerte, maskenorientierte Sachdatenerfassung Wert gelegt. Das eigens mit Clipper 5.0 entwickelte Datenerfassungsprogramm BFDE (Bildflugdatenerfassung) prüft schon bei der Eingabe (Feldprüfung) alle möglichen Erfassungsfehler und Sachkonstellationen ab. Da zum Zeitpunkt der Bildflugsachdatenerfassung

noch keine Bildmittenkoordinaten vorlagen, diese wurden später digitalisiert und dem System zugespielt, generierte das Erfassungsprogramm auch automatisch die Tabelle der Bildmitten und füllte alle Felder bis auf den Koordinatenwert.

Das Programmsystem LUBIS (Abb. 2) greift aus Performancegründen (mehr als 200 000 Bildmitten) nicht auf die original ACCESS-Datenbank zu, sondern benutzt eine binär optimierte eigene Datenbank (hdb-Format). Da LUBIS nur lesend auf den Datenbestand zugreift und die turnusmäßige Fortführung der Sachdaten im Block erfolgt, müssen die Daten nur periodisch umgesetzt werden. Eine augenscheinlich vermutete Sekundärdatenhaltung liegt also nicht vor. Es wird quasi mit einer geklonten Datenbank gearbeitet, deren Aktualität jederzeit vom autorisierten Bearbeiter auf Knopfdruck (LUBIS2BIN.exe) erstellt werden kann. Ein weiterer Vorteil ist die Verschlüsselung der Daten, sodass die Benutzung von LUBIS auch durch Dritte (Kunden) möglich sein wird, ohne dass eine missbräuchliche Veränderung der Daten befürchtet werden muss. Die Pflege und die Fortführung der Daten erfolgen mit VB6-Modulen (MS-Visual Basic 6.0). Nur mit diesen Modulen kann schreibend auf die Originaldatenbank zugegriffen werden. Hier wird zu einem späteren Zeitpunkt eine echte Client/Server-Lösung angestrebt; zurzeit geschieht die Fortführung nur an einer Stelle. Es wird von den beauftragten Bildflugfirmen mittlerweile erwartet, dass die gewonnenen Bildflugsachdaten und koordinatenmäßig bestimmten Bildmitten plausibilisiert und in digitaler Form direkt (ohne manuellen Erfassungsaufwand) zur Übernahme in die LUBIS-Datenbank an das LVermA abgegeben werden (Modul LUBIS2mdb).

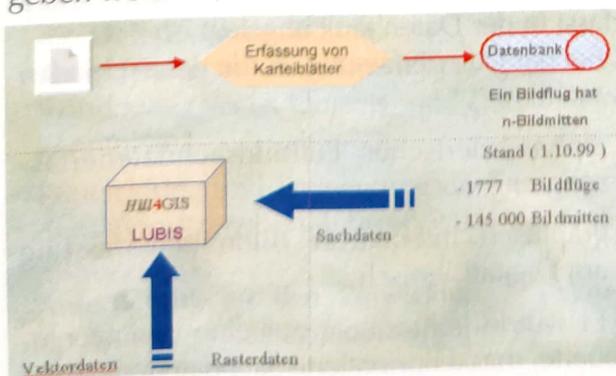


Abb. 2: Das Entstehen von LUBIS

4 Die Softwarekomponenten von LUBIS

LUBIS besteht aus einer Vielzahl von Komponenten, die auch schon in anderen digitalen Produkten verwendet werden. Hier wird kon-

sequent auf das Komponentenmodell und die Objektorientierung gesetzt, d. h. mit den einzelnen vorhandenen Werkzeugen wird genau die Anwendung realisiert, die der Lösung des individuellen Problems dient (customizable). Eine Kopflastigkeit und Überdimensionierung wird dadurch von vornherein ausgeschlossen. Der Anwender wird nicht mit Funktionen überschüttet, die er gar nicht braucht. Das Look und Feel-Prinzip soll dabei stets beachtet werden.

4.1 Kartengraphik

Ein Grundstein von LUBIS ist eine schnelle Rasterdatendarstellung, siehe hierzu auch [4] und [5]. Die direkte Pixelbearbeitung spielt in diesem System keine Rolle, sie ist bei Auskunftssystemen auch nicht gewollt.

Das in das systeminterne HIL-Format verwandelte Rasterbild, bei Informationssystemen meistens eine gescannte Karte oder ein gescanntes Orthophotobild, wird durch einen einmaligen Konvertierungsprozess gewonnen. Einmal hergestellt, lässt sich die Bilddatei für alle möglichen Anwendungen, wie auch hier für LUBIS verwenden. Eine Besonderheit ist die Folientrennung, d. h. vom Anwender können einzelne Folien ein- oder ausgeblendet werden. Diese Möglichkeit eröffnet gerade in Informationssystemen eine veränderte Sicht auf das Wesentliche, denn was stört wird einfach ausgeblendet. Zoombare, in der Helligkeit veränderbare und in einem beliebigen Maßstab und je nach Nutzungsrecht erlaubte schnelle Druckausgaben (bis DIN-Format A0) sind selbstverständlich.

Der Anwender kann, je nachdem welches Datenspeichermedium er benutzt (CD-ROM, DVD-ROM oder Festplatte), über eine beliebig große Kartenvielfalt verfügen. Angestrebt werden ein flächendeckender Orthophotobestand mit einer Bodenauflösung von 1 m sowie flächendeckend alle Topographische Karten 1:25 000 (TK 25), Topographische Karten 1:50 000 (TK 50) und Topographische Karten 1:100 000 (TK 100) und verschiedene kleinmaßstäbige Übersichtskarten.

Für Sonderauswertungen können ausschnittsweise auch die Rasterdaten der DGK 5 oder der Liegenschaftskarten eingestellt werden (Abb. 3).

4.2 Luftbildsachdaten- und Bildmittendatenbank

Kernstück von LUBIS ist die Datenbank mit den Informationen zu den Luftbildern. Jede Tabelle wird in einem eigenen Fenster dargestellt und ist als eigene Einheit ansprechbar (Abb. 4). Sie kann unabhängig von der Graphik auch als

ganz normale numerische Anwendung benutzt werden. Suchkriterium ist der festgelegte Index. Hier fällt auf, dass durch das binäre Format der Datenbank die physische Dateigröße auf 1/7 der originären ACCESS-Datenbankgröße geschrumpft ist. Die optimierte binäre Ablage der Datensätze in Bezug auf die Auswertung mit Geobezug (Punkt in der Fläche) und hier insbesondere bei der polygonalen Fläche lässt fast unabhängig von der Datenmenge eine äußerst schnelle Abfrage der Daten zu. Denn ein Auskunftssystem, das lange Wartezeiten hat, wird nicht akzeptiert. Tests mit größeren Datenmengen (über 500 000 Datensätzen) führen zu keinen Verzögerungen bei der Abfrage.

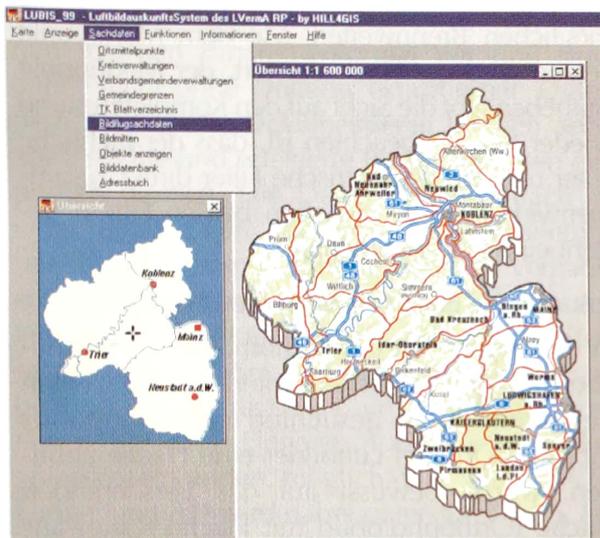


Abb. 3: Der LUBIS-Bildschirm

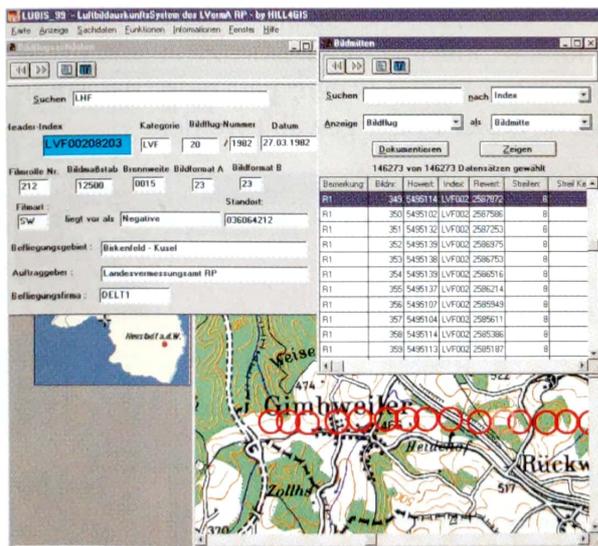


Abb. 4: Luftbildsachdaten und Bildmittenfenster

4.3 Orts-, Wohnplatz- und Gemeindedaten, Verwaltungsgrenzen

Die für vielfältige Zwecke im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Statistischen Landesamt

Rheinland-Pfalz aufgebaute Wohnplatzdatei umfasst ca. 9 500 Einträge, die von der Großstadt bis hinunter zur kleinsten Mühle reichen.

Die Wohnplatzdatei wurde für LUBIS auf die Kerninformationen Ort, Ortsteil, Rechtswert und Hochwert abgespeckt. Eine erste Anwendung fanden die Daten übrigens auch bei der CD-ROM DigTK100, 1. Ausgabe.

Unter dem Menüpunkt **Sachdaten Ortsmittelpunkte** ist dies bei der Suche nach einem Luftbild der wichtigste Einstiegspunkt, denn hier kann gezielt nach einem Ort oder Wohnplatz gesucht werden.

Unter dem Menüpunkt **Sachdaten Gemeindegrenzen**, die sich in Landesgrenzen, Verbandsgemeindegrenzen und Gemeindegrenzen untergliedern, lassen sich die Grenzen über der Rastergraphik einblenden. Dieser Datenbestand wurde aus dem ATKIS®-DLM übernommen und nach der Douglas-Peucker Methode für den Maßstab 1 : 100 000 reduziert.

Ein direkter Objektbezug z. B. auf die Fläche der Verbandsgemeinde Birkenfeld ist in dieser Version noch nicht realisiert. Es wird aber im Rahmen der Objektbildung der ATKIS®-Daten später leicht möglich sein, auch diese Anforderung zu erfüllen.

4.4 Verwaltung der Blattschnitte der Topographischen Karten TK 100, TK 50, TK 25 und der Deutschen Grundkarte DGK 5

In der Tabelle Sachdaten können über den Menüpunkt **TK-Blattverzeichnis** (Abb. 5) als zusätzliche geometrische Suchkriterien die Blattschnitte der Topographischen Karten 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000 und der Deutschen Grundkarte DGK 5 eingeblendet werden. Dabei kann wahlweise die Gesamtheit der Blattschnitte oder aber gezielt das einzelne Blatt angezeigt und über die Blattnummer oder den Blattnamen gesucht werden. Der Blattschnitt kann über die linke untere Ecke oder über die Mitte des Blattes dargestellt werden. Mit Hilfe der aktivierbaren Checkbox Mausverfolgung ist es möglich, den Mauscursor sensitiv auszuwerten und an der Position des Cursors direkt den TK-Blattnamen und die TK-Nummer anzugeben. Über die Blattsteuertasten kann leicht auf das linke, rechte, obere oder untere Blatt gewechselt werden.

Eine Besonderheit ist die Darstellung der DGK 5-Blätter am Grenzmeridian. Hier wurde eine strenge Lösung realisiert. Die Grenzmeridianblätter, teilweise Sechsecke, werden lage-richtig abgebildet. Dabei wurde die exakte Aus-

wertung über den sensitiven Mauscursor ebenso realisiert.

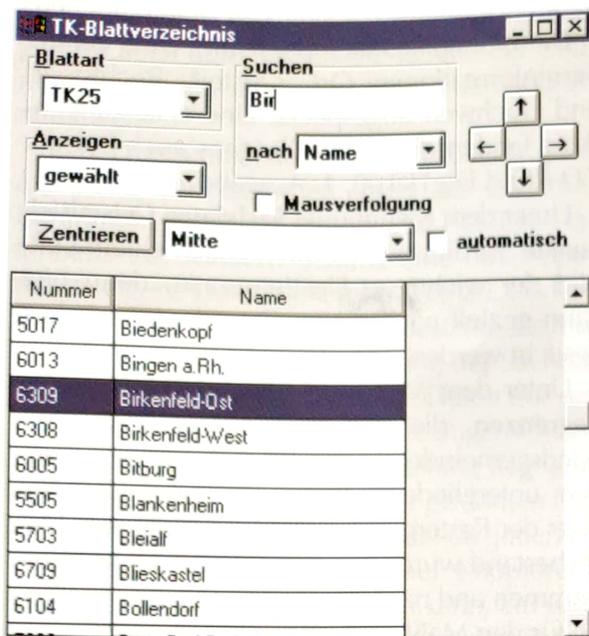


Abb. 5: TK-Blattschnittverwaltung

4.5 Abfrage nach fachlichen Kriterien

Die gezielte Einschränkung der Datenflut ist ein wirksames Mittel, um genau auf die Informationen zuzugreifen, die benötigt werden. Unter dem Menüpunkt **Luftbilder einschränken** (Abb. 6) können Informationen explorativ, iterativ und interaktiv gesucht und auch gefunden werden.

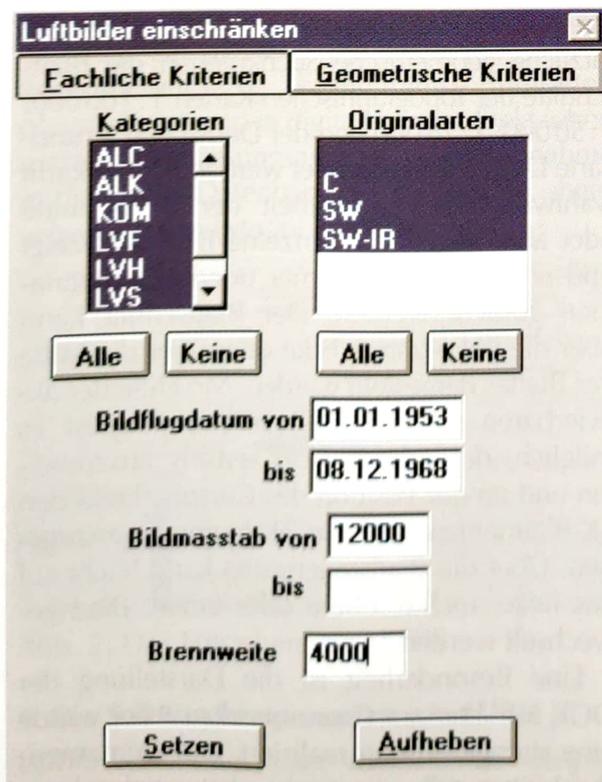


Abb. 6: Luftbilder einschränken

Der einschränkende Zugriff ist in LUBIS über fachliche und geometrische Filter realisiert, die auf vordefinierte, untereinander auch kumulativ kombinierbare Felder wirken, wie

- Kategorie,
- Art des Originals,
- Bildflugdatum von ... bis ...,
- Bildmaßstab von ... bis ...,
- Brennweite.

Bei der Abfrage können vom Anwender bestimmte Kriterien definiert werden, z. B. Kategorien LVH und LVS, bei Art des Originals nur SW, Bildflugdatum vom 01.01.1962 bis 31.10.1964, keine Einschränkung des Bildmaßstabs und alle möglichen Brennweiten. Mit dem Menüpunkt **Setzen** wird der Filter aktiviert, der Menüpunkt **Aufheben** gibt die Sicht auf den Komplettestand wieder frei. Zu beachten ist, dass der fachliche Filter und der geometrische Filter direkt zusammenwirken, d. h. zwischen beiden Filtern besteht eine Und-Bedingung.

4.6 Abfrage nach geometrischen Kriterien

In der Regel führt die Kombination von fachlichen und geometrischen Kriterien zur gezielten Reduktion des gesuchten Datenbestands (Abb. 7). Obwohl Luftbilder eine Fläche abbilden, wurde bewusst auf das Verschneiden Fläche (Orthophotobild mit Fläche Karte) aus Performancegründen verzichtet. In LUBIS wird stattdessen die Fläche des Orthophotos angezeigt. Geometrisches Suchkriterium ist aber der Bildmittelpunkt. Er muss daher zwingend in der gesuchten Fläche liegen; ggf. muss die Suchfläche etwas größer gewählt werden.

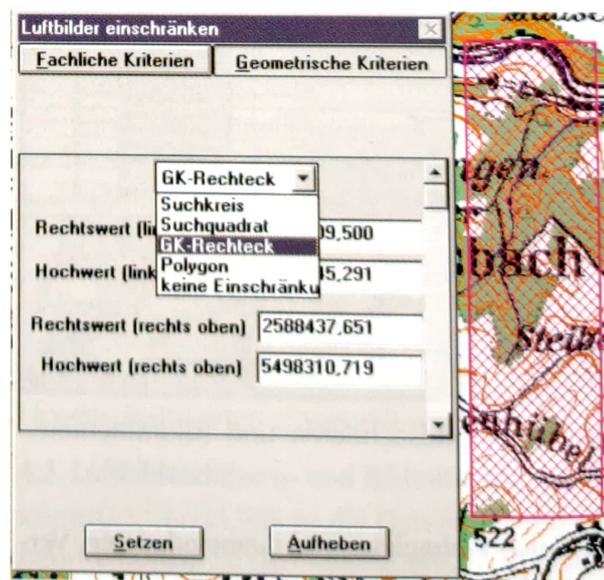


Abb. 7: Luftbilder einschränken z. B. geometrische Kriterien (Gauß-Krüger-Rechteck)

Folgende geometrische Suchmöglichkeiten bestehen :

- Suchkreis (Eingabe der Koordinate des Zentrums oder Klick-Import über die Graphik und Eingabe des Radius in Meter),
- Suchquadrat (Eingabe der Koordinate des Zentrums oder Klick-Import über die Graphik und Eingabe der Seitenlängen in Meter),
- Gauß-Krüger-Rechteck (Aufziehen eines Rechtecks mit der Maus),
- Polygon (Abstecken des Suchbereichs in benutzerdefinierter Form).

4.7 Ausgabe der Abfrageergebnisse

Die Luftbildflugsachdaten liegen in einem eigenen internen Binärdatenformat vor und sind daher nicht ohne weiteres exportierbar. Unter dem Menüpunkt **Dokumentieren** können aber ausgesuchte und selektierte Bildmittendaten exportiert werden. Die Daten stehen danach in einer dBase-Datei zur weiteren Verarbeitung bereit. Beim Abspeichern ist über die Vergabe einer Auftragsnummer die spätere Zuordnung zum Kundenauftrag realisiert. Mit dem VB-Zusatzmodul Bimi_Sel ist eine komfortable Abarbeitung der Aufträge, bis hin zum Druck von Listen, die dann Eingang in ein Rechnungssystem finden, möglich. Die MS-OFFICE-Umgebung 8.0 wird dabei unterstützt (Abb. 8).

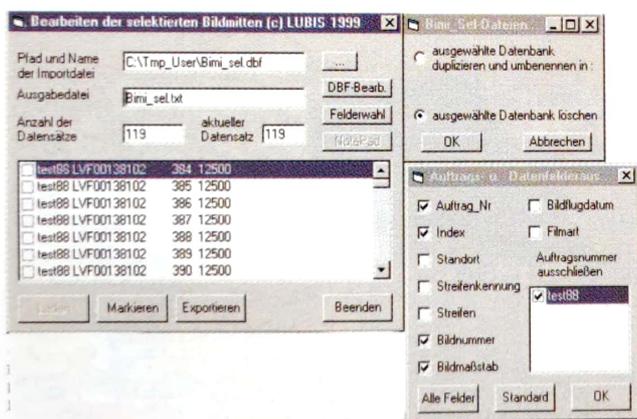


Abb. 8: Ausgabe der Abfrageergebnisse

4.8 Objekte, Klassen und Themen

Ein Objekt kann ein Punkt, eine Linie, eine Fläche, ein Text oder eine Bitmap-Datei sein. Die Objekte werden Klassen und die Klassen wiederum Themen zugeordnet.

Handelt es sich um linien- oder flächenförmige Objekte, werden neben den Objektkoordinaten auch die Koordinaten der Brechungspunkte registriert. Der Begriff Klasse lässt sich am einfachsten mit einer Transparentfolie vergleichen. Der Anwender bestimmt in welcher

Folie (= Klasse) und an welcher Stelle das von ihm gewünschte Objekt liegen soll.

Unter dem beispielsweise definierten Thema Luftbild lassen sich gezielt eigene Vektorinformationen zu Klassen, wie Bildfluggebiet, Planungsgebiet (flächenförmiges Objekt) oder Aufnahmepunkte (punktförmiges Objekt) anlegen und objektbezogen anzeigen. Damit wird es möglich, auch die Luftbildplanung auf der Basis digitaler Karten mit LUBIS durchzuführen.

Topaktuelle Bildflugübersichten, z. B. die vom LVermA als jährlicher Druck herausgegebene Bildflugübersicht Rheinland-Pfalz im Maßstab 1 : 500 000 können **Auf Knopfdruck** erzeugt werden.

4.9 Bilddatenbank (MultiMediaObjekte)

Durch Aktivieren des Menüpunktes Bilddatenbank (Abb. 9) wird das Programmmodul zum Erfassen, Darstellen und Suchen in der Bilddatenbank (DocPics) gestartet. Die Bilddatenbank ist über eine 1 : n-Relation mit einer Sachdatenbank (im Regelfall in der jetzigen Version mit einer Immobiliendatenbank) verknüpft. So können zu einem Sachdatensatz beliebig viele andere Informationen, wie Bilder, Worddokumente, Exceldateien, AVI-Files georeferenziert und damit jederzeit auffindbar dargestellt werden.

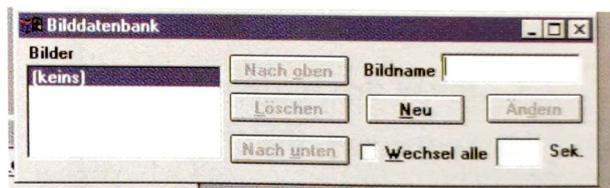


Abb. 9: Bilddatenbank

Die Zuordnung der Objekte (wahlweise Bilddateien im TIF-, BMP-, PCX- oder HIL-Format aber auch beliebig andere Dateiformate) zum jeweiligen Sachdatensatz erfolgt benutzerfreundlich über ein Dateiauswahlmenü. Der Dateiname des Objektes kann über die Funktion Ändern in einen beschreibenden, längeren Projektnamen (erlaubt sind 50 Zeichen) geändert werden. Die Reihenfolge der eingebundenen Objekte kann jederzeit verschoben werden. Mit der Funktion <Wechsel alle> können die Objekte ähnlich einer Diashow angezeigt werden. Das Einbinden von besonders interessanten Orthophotos ist jederzeit möglich, dabei spielt es keine Rolle, wo sich die Objekte befinden, es wird lediglich eine Verknüpfung zum Objekt gespeichert.

Zukünftig wird es bei Vorliegen von digitalen Luftbildern möglich sein, nicht nur Sachinfor-

mationen sofort zum gesuchten Bild zu erhalten, sondern auch direkt einen Blick auf das gesuchte Bild zu werfen und dann auf Knopfdruck direkt für den Kunden auszudrucken.

4.10 Drucken

Unter diesem Menüpunkt (Abb. 10) befindet sich die Funktionalität zur Ausgabe von Kartenausschnitten mit und ohne Overlays (Vektordaten) auf einen Drucker oder Plotter. Es kann zwischen zwei Druckausgaben gewählt werden:

- Inhalt des Kartenfensters (automatische Maßstabsanpassung)
Es wird der Kartenbereich ausgedruckt, der im Kartenfenster abgebildet ist. Der Maßstab des gedruckten Kartenausschnittes ist abhängig von der Bildschirmauflösung des Computers und dem gewählten Zoomfaktor (daher der krumme Ausgabemaßstab).
- Ausgabe mit einem selbstdefinierten Maßstab
Es wird der Kartenbereich ausgedruckt, der im Kartenfenster abgebildet ist bzw. es wird ausgehend vom Kartenfenstermittelpunkt projektional maßstabsabhängig nach außen gegangen.

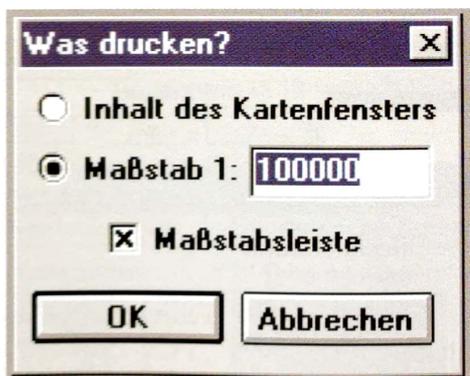


Abb. 10: Druckmenü

Die TK 100 ist als Standardkarte voreingestellt. Der Ausgabemaßstab kann durch Zahleneingabe verändert werden. Dadurch können leicht Verkleinerungen oder Vergrößerungen von Karten gedruckt werden. Die Ausgabe eines TK 100-Kartenausschnittes im Maßstab 1:25 000 mit dem ausgewählten Bildflug geschieht quasi auf Knopfdruck. Der Druckbereich ist lediglich durch das Ausgabemedium (Printer) begrenzt, in der Regel bei DIN-Format A0. Bei allen Druckausgaben wird automatisch ein Copyrightvermerk und der Maßstab miteingedruckt. Der Druck der Maßstabsleiste kann ausgeschaltet werden. Die besondere Thematik

kann auch ohne Kartenhintergrund gedruckt werden. Hierzu sind alle Folien auszublenden.

5 LUBIS in der Anwendung

Das Landesluftbildarchiv umfasst mehr als 150 000 Luftbilder mit senkrechter Aufnahmerichtung im Format 23 cm x 23 cm. Ein Luftbild im Maßstab 1:12 500 (1:34 000) umfasst einen Geländebereich von 2,5 km x 2,5 km (7,5 km x 7,5 km).

Jeder Bürger hat die Möglichkeit, Reproduktionen von diesen Originalen beim LVerMA zu erwerben. Hingegen sind entsprechende Reproduktionen von Luftbildern der Alliierten aus der Zeit von 1939 bis 1945 nur bei Air Photo Library University Keele, Keele, Staffordshire, ST5 5BG, England zu erhalten. LUBIS als integraler Bestandteil eines Auskunftsarbeitsplatzes, Teil des digitalen Nervensystems des LVerMA, findet die sprichwörtliche Nadel im Heuhaufen (Abb. 11).

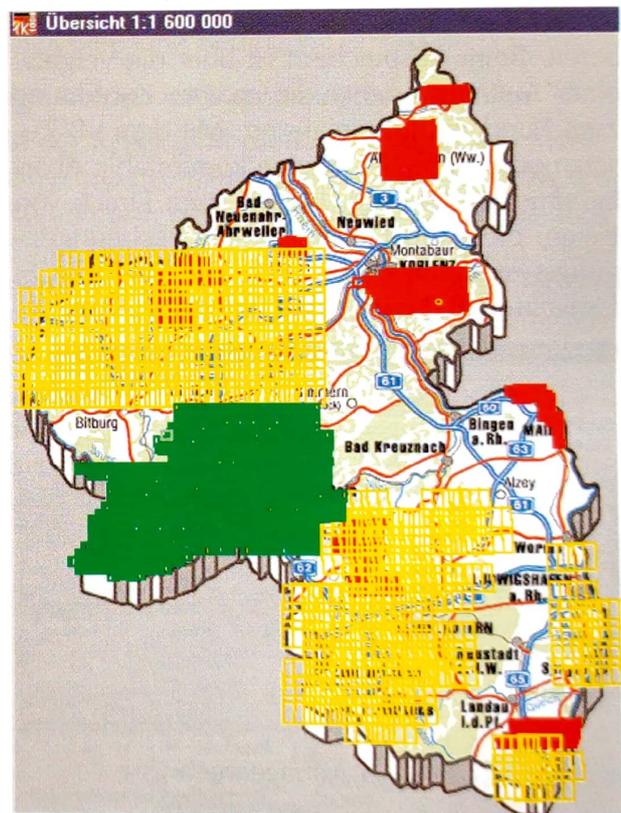


Abb. 11: Alle Bildflüge der Kategorie LVS (Grün), LVH (Rot) und LVF (Gelb) vom 1.1. bis 31.5.1990

5.1 DV-technische Umsetzung im LVerMA RP

LUBIS besteht aus einem Programm-, Daten- und Kartenteil. Die Vorgabe, in einem großen digitalen Kartenbestand Auswertungen vornehmen zu wollen, schloss die Nutzung einer CD-ROM basierenden Lösung von vornherein aus, da hierauf nur eine begrenzte Datenmenge

speicherbar ist. Bereits die digitalen Rasterdaten der flächendeckenden DigTK100 in einer für den Benutzer annehmbaren Auflösung (508 dpi) belegt ca. 400 MB Speicherplatz. Wegen der besseren Administrierbarkeit und Handhabung der Daten wurde in einer ersten Stufe LUBIS komplett auf einer montierten UNIX-Platte (zusätzliche Festplatte, die vom Client angesprochen werden kann) im Hausnetz (Laufwerk Q genannt) den Anwendern bereitgestellt. So ist LUBIS auf einen Schlag ein Multi-User-Produkt für eine n-Zahl Anwender geworden. Eigene Daten, wie z. B. Adressen, MultiMediaObjekte und eigene digitalisierte Objekte, werden lokal auf dem System am Arbeitsplatz der Anwender gehalten. LUBIS wird wie auch die übrige *Hill4GIS*[®]-Software nicht installiert. Jeder der berechtigten Zugang zum Laufwerk Q besitzt, kann das Programm direkt aufstarten.

Die Verfügbarkeit von Pentium II - 400 PC mit Win95 und einem 21-Zoll-Monitor auf jedem Auskunftsarbeitsplatz ermöglicht ein angenehmes Arbeiten. Bei steigender Anzahl von Benutzern wird die Schnelligkeit der Graphik durch die Netzbelastung und den erhöhten Datenverkehr auf der UNIX-Platte beeinträchtigt, gegebenenfalls sind hier Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

5.2 Anwendungsbeispiele

Sie fragen - LUBIS antwortet

- Haben Sie Luftbilder von Rom mit dem Forsthaus Waldfrieden?

LUBIS: Über die Ortsdatenbank wird der Wohnplatz Rom gefunden, mit der geometrischen Abfrage Gauß-Krüger-Rechteck wird über den Bereich Rom mit dem Forsthaus Waldfrieden ein Suchrechteck gezogen und die Suche gestartet.

- Haben die Alliierten am 12.09.1944 Neuafrika überflogen und Luftaufnahmen im Umkreis von 15 km gemacht?

LUBIS: Über die Ortsdatenbank wird der Wohnplatz Neuafrika gefunden, mit der geometrischen Abfrage Suchkreis wird über den Bereich Neuafrika ein Kreis mit dem Radius 15 km gelegt, in der fachlichen Abfrage wird Kategorie ALK und ALC aktiviert, beim Datum von / bis der 12.09.1944 eingetragen und die Suche gestartet.

- Kann es sein, dass vor Ausbruch des 2. Weltkrieges Luftbildaufnahmen über deutschem Hoheitsgebiet gemacht wurden und wenn ja, von welchem Gebiet?

LUBIS: Über die fachliche Abfrage werden die Kategorien ALK und ALC aktiviert, als Datum von / bis wird der 31.08.1939 eingetragen und die Suche gestartet.

- Die K 127 soll ausgebaut werden, benötigt wird eine Liste mit verfügbaren Orthobilder, die nicht älter als 5 Jahre sind.

LUBIS: Über den Menüpunkt Objekte anzeigen wird die K 127 über das Thema Netzknoten und die Klasse Kreisstraße lokalisiert, über die fachliche Abfrage wird bei Datum von / bis der Zeitraum eingetragen, über die geometrische Abfrage Polygon wird der Verlauf der K127 abgegrenzt und die Suche gestartet.

- Auf dem Grundstück (xyz) in Gimbweiler wurde widerrechtlich Wald angepflanzt, liegt das mehr als 15 Jahre zurück?

LUBIS: Über die Ortsdatenbank wird der Ort Gimbweiler gefunden, mit der geometrischen Abfrage Rechteck mit der Seitenlänge 1 km wird über das Grundstück der Bereich festgelegt, in der fachlichen Abfrage werden die Kategorie ALK und ALC deaktiviert, beim Datum von / bis der zurückliegende Zeitraum eingetragen und die Suche gestartet.

- Das Katasteramt (xy) benötigt Luftbilder neuesten Jahrgangs im Maßstab 1 : 5 000 der Kategorien LVS und LVF.

LUBIS: Mit der geometrischen Abfrage Polygon wird die Abgrenzung der Katasteramts-grenze festgelegt, über die fachliche Abfrage werden die Kategorien LVS und LVF aktiviert und bei Datum der Zeitraum der letzten 5 Jahre eingestellt. Die Suche kann beginnen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit LUBIS kann auch der ungeübte DV- und GIS-Anwender anhand einer benutzerfreundlichen Windows-Oberfläche schnell und mühelos Auskünfte aus der Landesluftbildsammlung geben. Der Benutzer bearbeitet und kombiniert Geoinformationen nur auf der semantischen Ebene. Im Vordergrund stehen bei ihm die fachspezifische Bewertung von Luftbildsachdaten und die Bearbeitung anwenderbezogener Fragestellungen, die Software erzeugt das gewünschte Ergebnis.

Die Bereitstellung von LUBIS auf einer CD-ROM, z. B. als Bestellkatalog für Luftbilder bis hin zur Bestellung beim LVermA per E-Mail, ist denkbar. Ein Problem beim Aufbau eines Verkaufstandes im Internet ist bis auf weiteres das weltweite warten (www) auf die Grafikdaten.

Bisher dauert es einfach zu lange, bis die digitale Karte aufgebaut ist, die den räumlichen Bezug zur Bestellung darstellt. Mit der Kartengraphik und Auswertelogik auf CD-ROM lokal auf dem Anwender-PC und den topaktuellen Sachdaten, die von einem Internetserver verwaltet und bereitgestellt werden, könnte hier, bis schnellere Übertragungsmöglichkeiten im www (world wide web) verfügbar sind, ein Ausweg zu finden sein.

LUBIS ist nach COMPAS [4], der DigTK100 [5], der BoRiWe, SAURUS® und der TOP50 ein weiterer Meilenstein in der PC-basierenden DV-Landschaft des LVermA. Bei aller DV-Euphorie und DV-Begeisterung sollte immer im Auge behalten werden, dass auch Visionen einer soliden Basis bedürfen, wenn sie wie bei LUBIS, Realität werden sollen. Es gilt, mehr denn je, der Satz von Arthur C. Clarkes: Jede genügend entwickelte Technologie lässt sich von Magie nicht mehr unterscheiden.

Literatur

- [1] Bill / Fritsch: Grundlagen der Geoinformationssysteme. Band 1, Wichmann, Heidelberg 1993, 2. Auflage.

- [2] Bill, R.: Grundlagen der Geoinformationssysteme. Band 2, Wichmann, Heidelberg 1996.
- [3] Bill, R.: GIS Produkte am Markt – Stand und Entwicklungstendenzen. ZfV 6/1999, S. 195.
- [4] Beckers, H. u. a.: Das Programmsystem COMPAS - Ein rheinland-pfälzischer Beitrag zum Echtzeit-Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung. Nachr.Verm.Verw. RP 1996, S. 145.
- [5] Berg, G. u. a.: Erste CD-ROM von Rheinland-Pfalz und dem Saarland mit digitalen topographischen Karten. Nachr.Verm.Verw. RP 1997, S. 128.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Schneider,
Vermessungsamtsrat
c/o Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz
Ferdinand-Sauerbruch-Straße 15,
56073 Koblenz