

**FALKE - Brandenburg**

# **Die Integration der ATKIS-Gebäude in die ALK**

Dipl.- Ing. Jörg Schröder

# Die Integration der ATKIS-Gebäude in die ALK

## 1 Vorbetrachtungen

### 1.1 Ziel

Ziel der Integration der ATKIS-Gebäude ist die Fertigstellung der ALK mit dem in den ALK-Richtlinien festgelegten Mindestinhalt. Dort sind aufgeführt:

- a) *Die Grenzen der Bundesrepublik Deutschland und des Landes Brandenburg*
- b) *die Grenzen der Kreise, Gemeinden, Gemarkungen, Fluren und Flurstücke,*
- c) *die **Gebäude***
- d) *die Nutzungsarten in Übereinstimmung mit den ALB*
- e) *die Flurstücks- und Hausnummern*
- f) *die Aufnahme-, Grenz- und Gebäudepunkte des amtlichen Nachweises (Punktdatenbank)*
- g) *die Bezeichnung von Straßen, Gewässern, Flugplätzen und Bahnen*

Folgende Forderungen an die Lagegenauigkeit der Grundrissdarstellung wurde in den ALK-Richtlinien gestellt.

*Die relative geometrische Genauigkeit (Nachbarschaftsgenauigkeit) der in den Grundrissdaten dargestellten Liegenschaften muss mindestens der Nachbarschaftsgenauigkeit in der herkömmlichen analogen Liegenschaftskarte entsprechen.*

Bei der Bestimmung der Genauigkeit von großmasstäbigen Karten wird von einer Zeichengenauigkeit von 0.25mm ausgegangen. Die analogen Liegenschaftskarten erreichen diese Genauigkeit in der Regel nicht, durch Nutzung unterschiedlichster Zeichenträger, Umkopieren und Abzeichnen und nicht zuletzt durch Kriegseinwirkungen muß von einer schlechteren Genauigkeit ausgegangen werden, in der Praxis ergeben sich 0,5-1mm Nachbarschaftsgenauigkeit. Diese Genauigkeit hält die bisherige ALK weitestgehend ein.

Mit den ATKIS-Gebäuden werden Punkte in die ALK eingeführt, die in keiner Beziehung zur bisherigen Geometrie der Liegenschaftskarte stehen. Die Gebäudepunkte, deren absolute Lagegenauigkeit weit über der der bisherigen ALK liegt, brechen die Nachbarschaftsgenauigkeit der Liegenschaftskarte auf. Die Geometrien der bisherigen Liegenschaftskarte und der neuen Gebäudegeometrie müßten, soweit kein Geometrieabgleich stattfindet, in Zukunft vollkommen getrennt auf verschiedenen Ebenen behandelt werden.

Eine solche Handhabung liegt nicht im Interesse der ALK-Nutzer. Zwar wird die Genauigkeit der Geometriedaten bei GIS-Anforderungsprofilen oft als nachrangig eingeschätzt, für viele GIS-Anwendungen sind aber die topologischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Geometrien immens wichtig. Die Gebäude dienen oft zur Georeferenzierung vorhandener analoger Datenbestände und, soweit nicht sogar schon GPS-Techniken verwendet werden, zur Positionierung in der Örtlichkeit. Die Entscheidungen werden dann aber oft bezüglich des zum Gebäude gehörigen Grundstücks getroffen (Beispiel: Gebührenbescheid Wasseranschluß). Sowie die topologischen Beziehungen zwischen den Gebäude- und Grundstücksgeometrien durch große Geometriefehler nicht stimmen, kommt es zu Fehlaussagen der GIS-Anwendungen, die die Nutzbarkeit der ALK als Basisdaten grundsätzlich in Frage stellt.

Daher muß ein Hauptziel der zu erarbeitenden Technologie sein, die Nachbarschaftsgenauigkeit der bisherigen ALK auch nach der Integration der Gebäude einzuhalten.

## 1.2 **Arbeitsgrundlagen**

Die **ALK**:

entstanden aus der Digitalisierung der analogen Flurkarte im Maßstab 1:4000,

Entstehungsweise:

- Erzeugung der Flurkartenränder durch verkettete Transformation
- Digitalisierung der Flurkarte
- Georeferenzierung und Homogenisierung mit Flurrändern und Punkten der Punktdatenbank als Passpunkte unter Einhaltung der in der Flurkarte enthaltenen Bedingungen

liegt als EDBS-Datei vor.

Genauigkeitsabschätzung:

1.0mm (Zeichengenauigkeit) \* 4000 = 4m

Die **ATKIS**-Gebäude:

entstanden aus einer Stereoskopischen Luftbildauswertung

Entstehungsweise:

- stereoskopische Luftbildauswertung ohne lageverbessernden Feldvergleich (Dachüberstände)
- keine Einhaltung von Bedingungen (Rechtwinkligkeit)
- automatische Objektbildung (Geometrieverkettung, Objektkoordinate)
- Feldvergleich zur Bildung des Objektnamens und Objektschlüssels (95%)

liegt als EDBS-Datei vor.

Genauigkeitsabschätzung:

0.5-0.8m (lt. Angaben LGB)

Digitale **Orthofotos**

liegen als TIFF-Datei vor in einer Auflösung von 0.25m georeferenziert vor.

Genauigkeitsabschätzung:

1-2m (abhängig von der Genauigkeit des DLM)

## 1.3 **Einzelschritte**

Folgende einzelne Arbeitsschritte sind durchzuführen:

- Homogenisierung der ATKIS-Gebäude (Einhaltung der Rechtwinkligkeit)
- Einführung der ATKIS-Gebäude in die ALK (Verknüpfung von identischen Gebäudepunkten, 1. Homogenisierung)
- Verknüpfung ALK mit ATKIS-Gebäuden (Einführung von Katasterzahlenwerk, Passpunktmessung im Orthofoto, endgültige Homogenisierung)
- Abgleich der Folie 21 mit den neu eingeführten Gebäudeflächen unter Verwendung des Orthofotos

#### **1.4 Genauigkeiten der Ausgangswerte**

- Punkte der Folien 51-59: 0.0 - 0.2m
- aus Zahlennachweis berechnete Punkte: 0.1 - 1.0m
- ATKIS-Gebäudepunkte: 0.5 - 1.5m
- im Orthofoto identifizierbare Punkte: 1.0 - 2.0m
- Punkte der Folie 85: 1.0 - 15m

Da in der bereits bestehenden ALK alle genannten Genauigkeitsklassen auftreten und die zu integrierenden Daten teilweise über, teilweise unter der ALK-Genauigkeit liegen, muß eine Homogenisierung der Daten unter Beachtung von Einzelgewichtungen in einem Rechengang geschehen. Diese Anforderung erfüllen nur moderne Ausgleichsprogramme.

## 2 Softwarelösung

### 2.1 Anforderungen an die Technologie

Ziel ist es, Koordinaten aus unterschiedlich genauen Koordinatensystemen unter Berücksichtigung von Bedingungen in das amtliche Koordinatensystem zu überführen. Diese Überführung sollte möglichst simultan, also in einem Rechengang geschehen. Um dieses Ziel zu verwirklichen werden seit einigen Jahren Ausgleichssysteme wie FLASH, KATHOM, KAFKA oder SYSTRA mit Erfolg eingesetzt.

Eine erste Sichtung der einfachen Überlagerung der ALK- und ATKIS-Daten mit dem Orthofoto ergab in einigen Bereichen grobe Widersprüche, die absolute Lagefehler von 5-15m vermuten lassen. Diese Widersprüche treten vorerst nur "augenscheinlich" auf. Um Änderungen in dieser Größenordnung an den Geometriedaten vornehmen zu können benötigt man beweisbare Grundlagen. Diese kann nur der Katasterzahlennachweis bieten.

Das zur Anwendung kommende Programmsystem muß also Auszüge aus dem Katasterzahlenwerk simultan zu der Homogenisierung verarbeiten können.

Folgende Eingabewerte muß das Programmsystem akzeptieren:

- Festpunkte (Passpunkte, gemessen oder aus der Punktdatenbank)
- mehrere Digitalisiersysteme unter Vorgabe der Standardabweichung pro System
- Bedingungen unter Vorgabe einer globalen Standardabweichung
  - Geradenbedingungen (für Grenzen und Nutzungsarten)
  - Rechtwinkelbedingungen (für Gebäude)
  - Parallelen ohne/mit Maßangabe (zur Einhaltung von Wege- und Gewässerbreiten)
  - Abstände (zur Einhaltung von Wege- und Gewässerbreiten)
- Katasterzahlenwerk unter Vorgabe einer individuellen Standardabweichung
  - orthogonale Messungslinien und/oder örtliche Koordinatensysteme
  - Strecken
- Bildung von Punktidentitäten
- Erzeugung von Passpunkten aus Orthofoto

Da mit dem Verfahren große Punktmengen verarbeitet, komplizierte Zusammenhänge mit dem Messungszahlenwerk aufgelöst als auch Passpunkte in den vorhandenen Orthofotos digitalisiert werden sollen, ist die Verwendung einer grafisch-interaktiven Programmoberfläche unabdingbar. Das Programmsystem sollte in der Lage sein, die ALK-Objekte ZVAUT- und OBAK-konform darstellen und verarbeiten zu können.

### 2.2 Auswahl des Programmsystems

Die für die ALK-Erstellung gebräuchlichsten Grafikprogrammsysteme Geograf und ALK-GIAP bieten beide die Möglichkeit der Homogenisierung mittels FLASH oder KATHOM. Die Homogenisierung kann aber bei beiden Grafikprogrammen nicht mit Messungszahlenwerk gestützt werden. Da die Verwendung des Katasterzahlenwerkes in den ländlichen Fluren zur Lösung der Widersprüche zwingend benötigt wird, scheiden die Homogenisierungsmodule der genannten Grafiksysteme aus.

Die gleichzeitige Verwendung von Digitalisiersystemen, Bedingungen und Katasterzahlenwerk bieten nur die Ausgleichsprogramme KAFKA und SYSTRA. KAFKA wird seit längerer Zeit in den Katasterämtern zur Berechnung von Fortführungsvermessungen verwendet, es fallen nur geringe bzw. keine Ausbildungskosten an. Da dieses Programm aber keine grafische Benutzerschnittstelle bietet, scheidet es als Bearbeitungsprogramm aus.

SYSTRA bietet zwar die Möglichkeit einer grafisch interaktiven Eingabe, eine ALK-konforme Verwaltung von Grafikdaten ist auch hiermit nicht möglich.

Das erst kürzlich erschienene Programm INTEGRIS (Vertrieb HHK-Datentechnik) vereint laut Darstellung in der Fachpresse die Vorteile der grafischen Bearbeitung mit den flexiblen Berechnungsverfahren von KAFKA. Eine Demoversion lag für diese Untersuchung noch nicht vor, eine Eignung kann also noch nicht abschließend beurteilt werden. Letztendlich ist, soweit nicht die hier vorgestellte Eigenentwicklung verwendet werden soll, INTEGRIS das einzige Programmsystem, welches die effektive Lösung des vorliegenden Problems verspricht.

### **2.3 Programmlösung**

Die Eigenentwicklung GeoCalc-KafPlot ist eine in Java realisierte Applikation. Mit diesem Programm wurde im wesentlichen ein grafisch unterstütztes Benutzerinterface zu KAFKA geschaffen. Es werden die Vorteile der hervorragenden rechnerischen Verarbeitung der KAFKA-Ausgleichung mit einer leicht und vor allem schnell bedienbaren Grafikoberfläche verbunden. Alle Eingabewerte können weitgehend automatisiert oder grafikunterstützt eingegeben werden, die Ausgleichungsergebnisse stehen sofort grafisch präsentiert zur Verfügung.

### 3 Arbeitsablauf

#### 3.1 Datenfluß

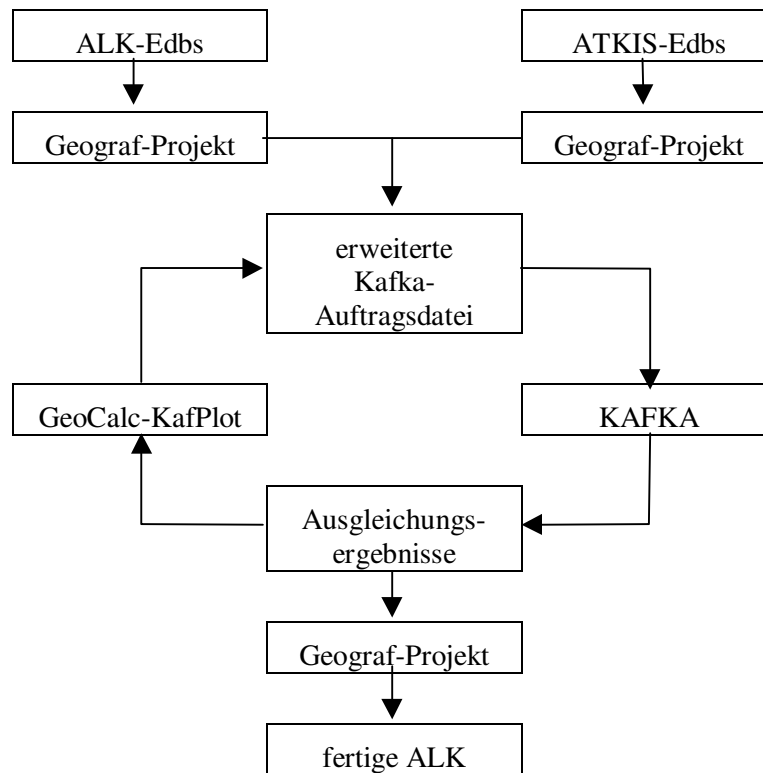


Abbildung 1

#### 3.2 Datenimport

Da in der Kürze der Zeit keine Edbs-Schnittstelle erstellt werden konnte, wurde die Geograf-Edbs-Schnittstelle als Zwischenschritt benutzt. Aus dem Geograf wurde dann automatisch die erweiterte Auftragsdatei erzeugt, die die Ausgangspunkte als Näherungskordinaten und als Digitalisiersystem sowie alle Geometriedaten der ALK- und der ATKIS-Objekte enthält.

#### 3.3 Homogenisierung

In einem ersten Schritt werden mit GeoCalc-KafPlot die Bedingungen in den ALK- und ATKIS-Daten "erschnüffelt". GeoCalc-KafPlot erkennt alle Geradenbedingungen in Objekten der Folien 1 und 21, sowie alle Geraden- und Rechtwinkelbedingungen in Gebäudeobjekten.



Abbildung 2

Ein erster KAFKA-Rechenlauf sollte ohne grobe Fehler durchlaufen, eventuell sind vereinzelt auftretende sich widersprechende Bedingungen zu lösen.

Nachdem erfolgreichen Abschluß der Vorbereitungen kann mit der Gebäudeintegration begonnen werden. Folgende Fälle sind zu unterscheiden:

- Identische ALK- und ATKIS-Gebäude, ALK-Gebäude liegt koordiniert vor
- Identische ALK- und ATKIS-Gebäude, ALK-Gebäude mit graphischer Genauigkeit
- ATKIS-Gebäude in koordinierten Flurstücken
- ATKIS-Gebäude in Flurstücken mit Zahlennachweis
- ATKIS-Gebäude in Flurstücken ohne Zahlennachweis

### **Identische ALK- und ATKIS-Gebäude, ALK-Gebäude liegt koordiniert vor**

Die ALK-Gebäude, die aus an das Lagefestpunktfeld angeschlossenen Einmessungen der letzten Jahre stammen, erkennbar an den Punkten der Folie 53, sind ohne Veränderung zu übernehmen. Lagedifferenzen zwischen ALK- und ATKIS-Gebäude sind rein aus Identifikationsfehlern bei der Luftbildauswertung zu erklären. Eine Verknüpfung mit den entsprechenden ATKIS-Gebäuden bringt mit der Homogenisierung keine Verbesserung für Nachbargebäude, sie sollte daher unterbleiben. Die ATKIS-Gebäude können samt den Bestimmungselementen an dieser Stelle gelöscht werden.

Bei unterschiedlichen Geometrien, die auf bauliche Veränderungen schließen lassen, ist durch Vergleich mit dem aktuellen Luftbild oder sogar durch Feldvergleich zu klären, inwieweit hier eine Gebäudeeinmessungspflicht besteht.



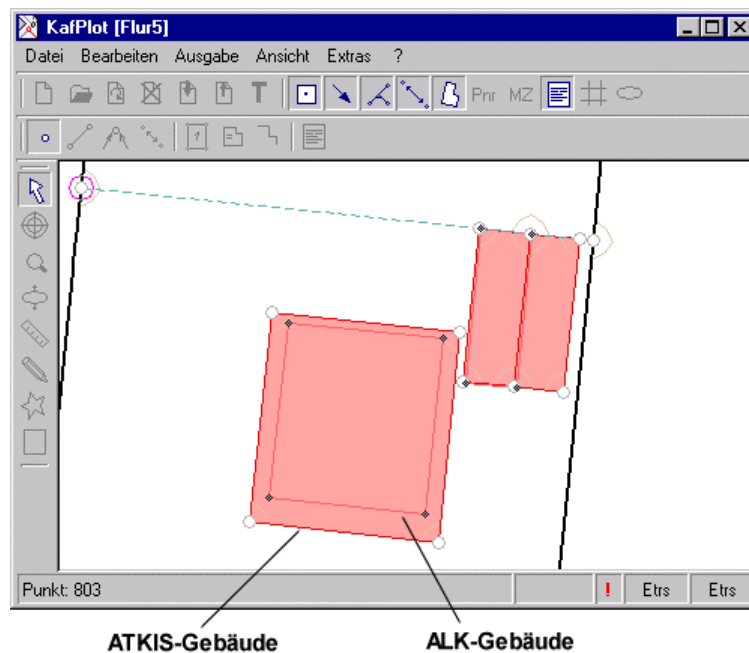


Abbildung 3

### Identische ALK- und ATKIS-Gebäude, ALK-Gebäude mit graphischer Genauigkeit

Bei ALK-Gebäuden, die nicht durch Messungen jüngerer Datums koordiniert wurden, ist die Verknüpfung mit den identischen ATKIS-Gebäuden zwingend erforderlich. Durch diese Verknüpfungen werden die Nachbarschaftsbeziehungen zu den Grenzen erhalten, die Lage der Gebäude zu den Grenzen braucht hier nicht weiter untersucht werden. Die Geometrie ist von den ATKIS-Gebäuden zu übernehmen, sie sind aktueller und in der Regel detailgetreuer. Bei dem Abgleich sind auch die Objektschlüssel und -namen zu überprüfen. Da die Objektattribute der ATKIS-Datenbank aus aktuellen Feldvergleichen stammen, dürften diese zur Übernahme geeigneter sein.

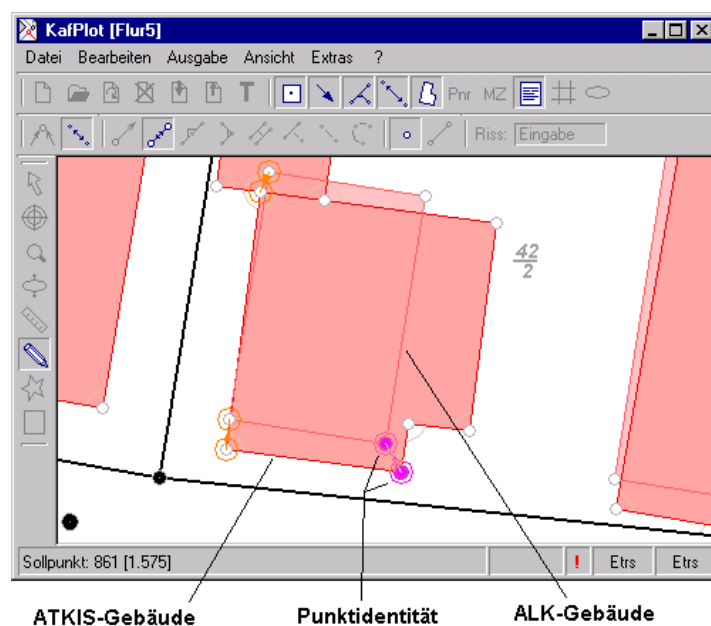


Abbildung 4

Die Abarbeitung auch dieses Arbeitsschrittes dürfte zügig und ohne Probleme vonstatten gehen. Die Ausgleichsläufe sollten bei vernünftigen Genauigkeitsvorgaben keine Widersprüche ergeben.

Im nächsten Arbeitsschritten sind die Flächen zu bearbeiten, in denen in der bisherigen ALK keine Gebäudedaten vorliegen. Die ATKIS-Gebäude sind hier mit den Grenzen geometrisch zu verknüpfen.

### ATKIS-Gebäude in koordinierten Flurstücken

In dem Testprojekt wurde festgestellt, daß die ATKIS-Gebäude in der Regel zu groß sind, leicht erklärbar durch die Nichtbeachtung der Dachüberstände. Der parallele Abstand zur örtlichen Koordinate beträgt bis zu einem Meter. Soweit nicht im Luftbild eine Grenzüberbauung erkennbar ist, können diese Gebäude durch setzten von Geradheits- bzw Abstandsbedingungen in die Grenzen eingerechnet werden, soweit sie über das Grundstück hinausragen.

Nur bei groben Überschreitungen dieser Toleranz wird ein Fehler in den Punktkoordinaten der ATKIS-Gebäude unwahrscheinlich. Diese Überbauungen sind zu belassen, soweit sie nicht über das Risswerk aufgeklärt werden können.

Bei einer Bebauung in der Nähe der Grundstücksgrenzen sollten Parallelitätsbedingungen angegeben werden, sie sind einfach und schnell zu erzeugen und verbessern das Kartenbild wesentlich.

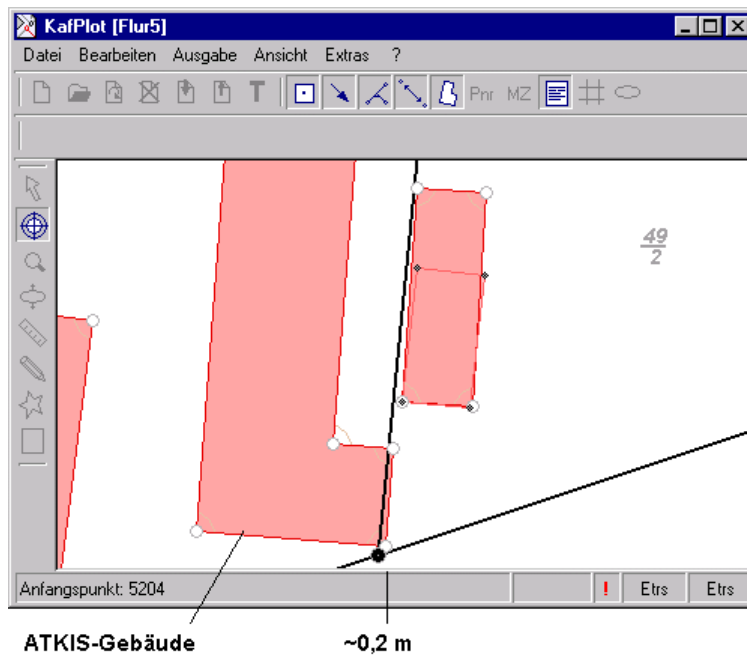


Abbildung 5

### ATKIS-Gebäude in Flurstücken mit Zahlennachweis

Begonnen werden sollte in Bereichen mit jüngeren Siedlungsbauten, hier sind die örtlichen Grenzen aufgrund der regelmäßigen Grundstückszuschnitte im Luftbild gut zu identifizieren. Soweit die Geometrien der örtlichen Grenzen mit denen der ALK-Flurstücke übereinstimmen, können im Orthofoto erkennbare Grenzbebauungen durch Angabe von Bedingungen hergestellt werden.

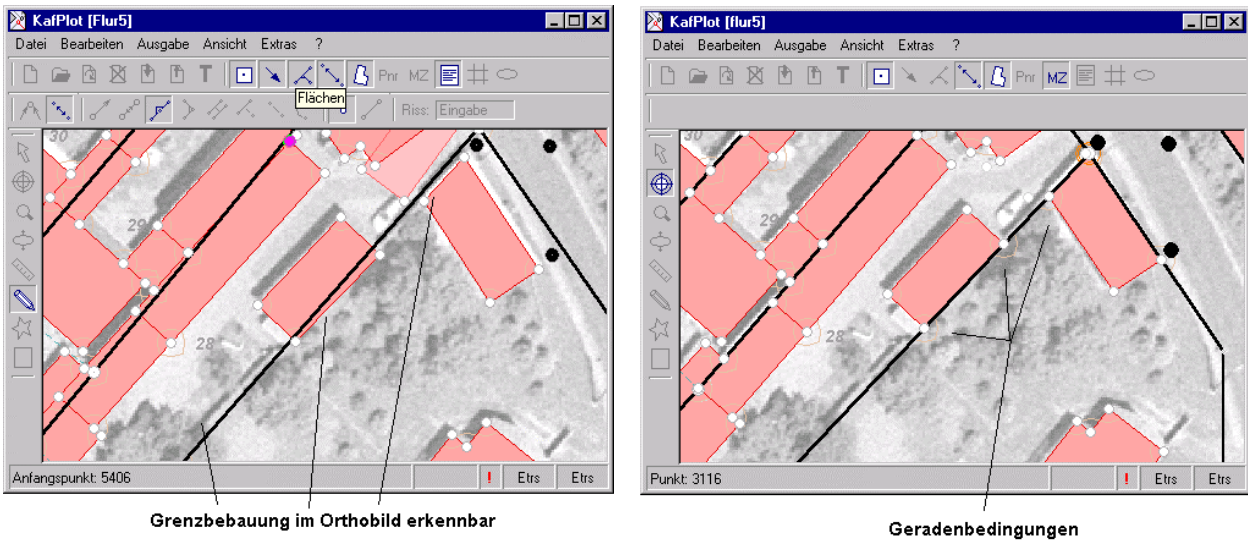


Abbildung 6

Bevor ATKIS-Gebäude mit den Flurstücksgrenzen verknüpft werden, ist sicherzustellen, daß die absolute Lagegenauigkeit der Grenzen in der Größenordnung der Lagegenauigkeit der Gebäude liegt. Dies kann durch Einführung von aus dem Orthofoto entnommenen Passpunkten und durch Angabe von Katastermaßen geschehen.

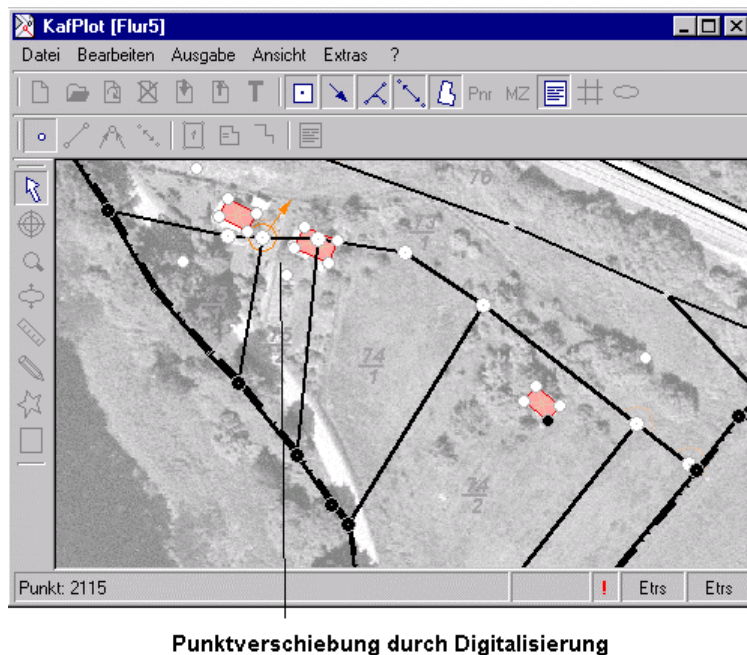
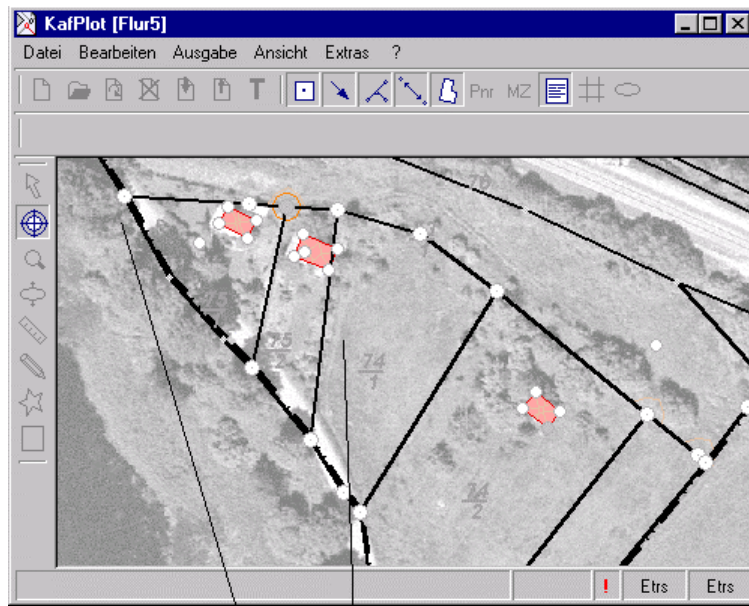


Abbildung 7

Soweit Passpunkte aus der Punktdatenbank nicht in ausreichenden Maße vorhanden sind, können diese dem Orthobild entnommen werden. Diese "Pseudopasspunkte" sollten nur vereinzelt eingeführt werden. Sie sind immer mit einer gewissen Unsicherheit verbunden, zum einen bedingt durch die mäßige Interpretierbarkeit der vorliegenden Orthofotos (Bodenauflösung 0,25m), zum anderen durch die häufige Nicht-

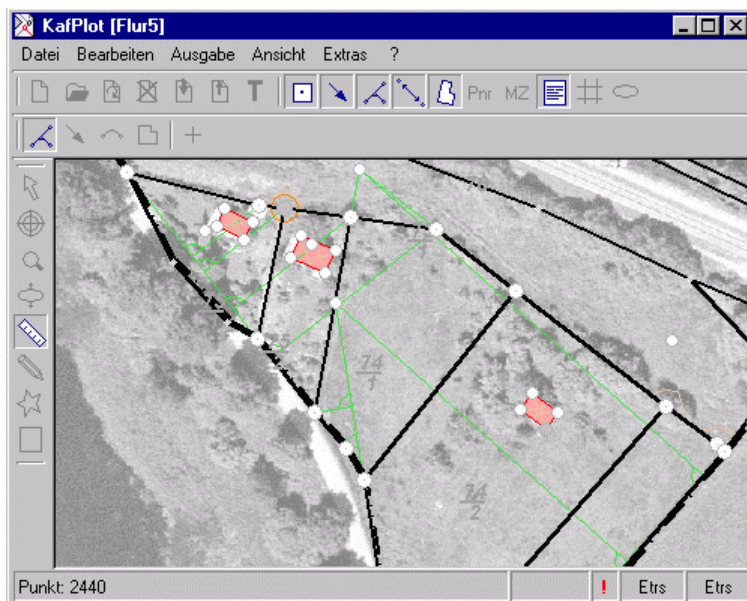
übereinstimmung zwischen örtlicher Nutzung und im Kataster nachgewiesener Grenze. Daher sollten sie nur Kartenbereiche lagern, nicht aber deren innere Geometrie verändern.



Abweichungen zum Orthofoto

Abbildung 8

Soweit nach der Auswahl von Passpunkten noch größere Abweichungen gegenüber dem Luftbild auftreten, können diese nur über Änderungen an der Objektgeometrie beseitigt werden. Diese Abweichungen sind wie Kartenfehler zu behandeln, die Änderung der Darstellung ist aufgrund des Katasterzahlenwerkes durchzuführen. Dabei sollten nur wenige, die Geometrie bestimmenden Maße eingegeben werden. Auf Eingabe von Kontrollmaßen kann verzichtet werden, diese verkomplizieren den Berechnungslauf, steigern aber die Genauigkeit der Grenzen nur unwesentlich.



```
C!Riss: 66/1958
```

1	2432	3.80	
0	9030	77.00	-89.47
0	9031	103.60	-105.70
9	2401	110.95	
1	9031	0.00	
0	2447	11.10	
0	9030	31.05	
9	2450	56.75	
1	9031	0.00	
0	2431	22.46	
0	2418	45.53	
0	2407	89.20	
9	2401	106.08	
1	9030	0.00	
0	2450	24.22	8.50
0	2444	33.40	2.90
0	2440	41.40	
0	2435	94.28	
9	2432	115.60	
2	2450	2464	70.30
2	2464	2457	31.15
2	2457	2447	21.40

Abbildung 9

Schrittweise ist sich in Bereiche vorzuarbeiten, in denen die Identitäten zwischen Luftbild und ALK schlechter zu identifizieren sind.

### ATKIS-Gebäude in Flurstücken ohne Zahlennachweis

In Bereichen mit nicht festgestellten Grenzen können Geometrieänderungen nicht durch Vermessungszahlenwerk gestützt werden. Bedingungen zwischen Gebäuden und Grenzen sollten daher nur dort hergestellt werden, wo diese einwandfrei im Luftbild identifiziert werden können und diese die Form der Flurstücke nicht verändern.



Abbildung 10

Widersprüche zwischen den in dem Luftbild erkennbaren örtlichen Grenzen und der Darstellung in der ALK müssen akzeptiert werden, Änderungen können langfristig nur im Zuge einer Grenzfeststellung durchgeführt werden.

### 3.4 Berechnung

Nach Eingabe mehrerer Bedingungen oder Messungszahlen ist ein KAFKA-Berechnungslauf durchzuführen. Da nur wirklich grobe Fehler weiter untersucht werden müssen, kann die sonst übliche Fehlerschranke von  $NV=3.3$  auf einen höheren Wert eingestellt werden (z.B.  $NV=4.5$ ). Da zur zügigen Abarbeitung die Eingabe von Kontrollmaßen unterbleiben muß, sollte der KAFKA-Lauf auch keine oder wenig grobe Fehler aufzeigen. Die Kontrolle der Berechnungsergebnisse kann nur visuell mit dem Luftbild geschehen.

### 3.5 Abgleich der Objektnamen und Nutzungsarten

Nach der Übertragung der homogenisierten Daten an Geograf kann die Nachbearbeitung der Daten beginnen.

Auf den Grundstücken, auf denen Gebäude aus beiden Datenbeständen übernommen wurden, ist deren Nummerierung abzugleichen. Weiterhin sind die Nutzungsarten im ALB zu berichtigen. Im Testprojekt betraf dies 50% der bebauten Grundstücke, da in der analogen Karte selten alle aktuell bestehenden Gebäude nachgewiesen waren und damit die Begrenzung der Gebäudeflächen veraltet war. Für die betreffenden Flurstücke muß die Flächenberechnung neu durchgeführt und Fortführungsbelege gefertigt werden. Teilweise ist für die Klassifizierung Feldvergleich notwendig.

### **3.6 Abschlußarbeiten**

Folgende Datenprüfungen sollten vorgenommen werden:

- Prüfung der Kafkaprotokolle,
  - insbesondere Prüfung der Transformationsparameter und -fehler
  - Sichtung des Vektorbildes der Koordinatenverschiebungen
- Prüfung eines Plots, Geometrien der nicht festgestellten Grenzen dürfen sich nicht wesentlich ändern
- Prüfung der Fortführungsbelege

Nach einer Abschlußprüfung, können die fertiggestellten Daten mittels des EDBS-Formates zum GIAP exportiert werden.

## 4 Ergebnisse des Testprojektes

Als Testprojekt diente die Flur 5 von Kolkwitz. Der Projektrand wurde als einer der ersten VETRAS-Projekte berechnet. Die Digitalisierung wurde mit dem ALK-GIAP durchgeführt. Beide Arbeitsschritte wurden von dem Katasteramt selbst durchgeführt.

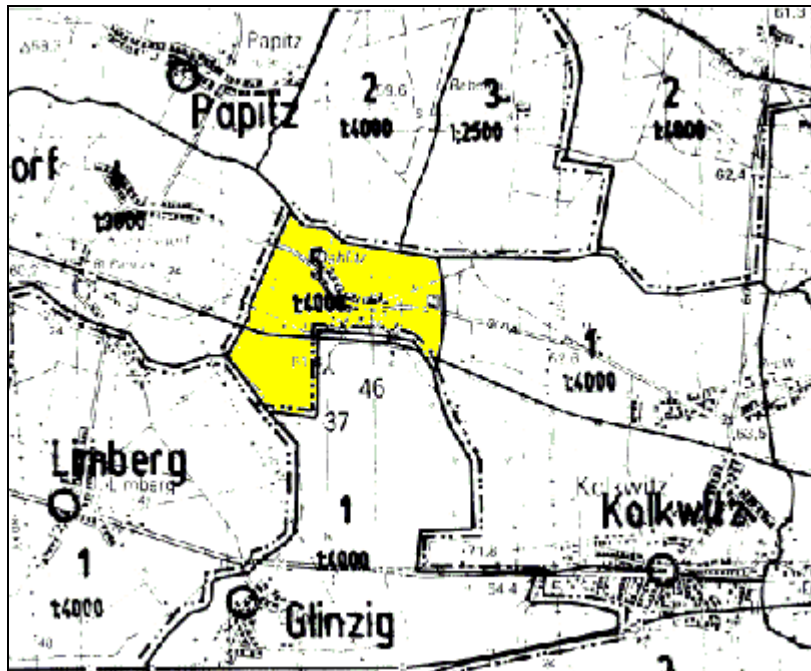


Abbildung 11

An das Testprojekt grenzt im Süden an die Gemarkung Glinzig und Limberg, ansonsten an den Fluren 1 bis 4 der Gemarkung Kolkwitz. In den Fluren 1 und 2 ist die ALK fertiggestellt.

### 4.1 Vorbereitungen

Aus den ALK- und ATKIS-Ausgangsdaten wurden zwei Geograf-Projekte erzeugt. Die durch die Importschnittstelle automatisch generierten Punktnummern wurden in numerische Werte umgewandelt. Es wurde in den ALK-Daten die zu bearbeitende Flur extrahiert. Die Umringspunkte und die Punkte der Folien 50-59 wurden als Festpunkte markiert, die restlichen Punkte erhielten Digitalisierungsstatus. Der extrahierte Projektrand wurde mit den ATKIS-Gebäuden verschnitten, aus diesen wurde zusammen mit den ALK-Daten ein Kafka-Projekt erzeugt.

Desweiteren wurden die Orthobilder für die Bearbeitung vorbereitet. Um Arbeitsspeicher zu sparen, wurden für die weitere Bearbeitung relevante Bereiche ausgeschnitten und die Bildkoordinaten umgerechnet.

Für die Vorbereitungen wurden etwa 5h benötigt.

### 4.2 Erzeugung der Bedingungen

Die automatische Bedingungsenerzeugung brachte folgende Ergebnisse:

#### Bedingungsenerzeugung ALK-Daten:

Parameter:	Lagegenauigkeit:	1,00m
	Winkelabweichung:	5,00gon
Ergebnis:	erzeugte Bedingungen:	448

**Bedingungserzeugung ATKIS-Daten:**

Parameter:                   Lagegenauigkeit:           1,00m  
                                   Winkelabweichung:         10,00gon  
 Ergebnis:                    erzeugte Bedingungen: 1392

KafPlot erkennt mit den Standardeinstellungen nur Geraden in den Flurstücks- und Nutzungsartengrenzen. Eine Programmoption bietet die Möglichkeit, auch parallele Abschnitte in trassenförmigen Objekten (Wege, Gräben) zu suchen und als Bedingungen zu speichern. Die Verwendung dieser Möglichkeit brachte keine zufriedenstellenden Ergebnisse, aus diesen zusätzlichen Bedingungen ergaben sich widersprechende Überbestimmungen, so daß die Ausgleichung nicht mehr fehlerfrei durchlief.

Mit den automatisch erzeugten Parallelen- und Rechtwinkelbedingungen der Standardeinstellung lief die Ausgleichung fehlerfrei.

Folgende Ergebnisse wurden für die Digitalisiersysteme erzielt:

**Digitalisiersystem ALK-Bestand:**

```
5-PARAMETER TRANSFORMATION SYSTEM NR.: 1
-----
PASSPUNKTKLAPFEN MAX/MITTEL = 0.037 / 0.011 M SIGMA-0 = 0.010 M
RESTKLAPFEN MAX/MITTEL = 1.626 / 0.030 M (UEBER ALLE PUNKTE)
SCHWERPUNKT (ZIEL) RECHTSWERT = 3445792.4615 M HOCHWERT = 5735330.4458 M
SCHWERPUNKT (START) RECHTSWERT = 3445792.4615 M HOCHWERT = 5735330.4458 M
TRANSLATION RECHTSWERT = 80.2142 M HOCHWERT = -18.0894 M
MASZSTAB X = 0.9999875 DREHWINKEL = -0.00166 GON
MASZSTAB Y = 1.0000202
```

**Digitalisiersystem ATKIS-Bestand:**

```
3-PARAMETER TRANSFORMATION SYSTEM NR.: 2
-----
PASSPUNKTKLAPFEN MAX/MITTEL = 0.084 / 0.078 M SIGMA-0 = 0.070 M
RESTKLAPFEN MAX/MITTEL = 0.809 / 0.115 M (UEBER ALLE PUNKTE)
SCHWERPUNKT (ZIEL) RECHTSWERT = 3445858.2050 M HOCHWERT = 5735325.1450 M
SCHWERPUNKT (START) RECHTSWERT = 3445858.2050 M HOCHWERT = 5735325.1450 M
TRANSLATION RECHTSWERT = 75.7358 M HOCHWERT = -45.5925 M
DREHWINKEL = -0.00084 GON
```

Die Ergebnisse entsprechen weitestgehend den erwarteten Werten, die relativ hohen Restklaffen in dem ALK-Bestand ist durch die Verwendung des sich vom ALK-GIAP unterscheidenden Erkennungsalgorithmus erklärbar.

Die Bedingungserzeugung samt ersten Ausgleichungslauf nimmt nicht mehr als 1h in Anspruch.

### 4.3 Homogenisierung

In einem ersten Arbeitsschritt wurden alle in der ALK und ATKIS identischen Gebäude verknüpft. Schrittweise wurden dann die Relationen zwischen den Gebäuden und Grenzen erzeugt. Daß das Risswerk nicht in digitalisierter Form vorlag, erwies sich als sehr hinderlich. Die Suche nach dem ein bestimmtes Flurstück betreffenden Riss erwies sich als zu zeitaufwändig, so daß das Risswerk, beginnend mit den jüngsten Rissen, fortlaufend nach relevanten Informationen zu durchsucht wurde.

Aus vielen Rissen wurden nur den Grenzverlauf beschreibende Abstandsmaße entnommen, ein Arbeitsgang, der nicht wesentlich mehr Zeit kostet, als diese Information dem Luftbild zu entnehmen.

Als Standardabweichungen für die Ausgleichung wurden festgelegt:

**Digitalisiersystem ALK-Bestand:**

Standardabweichung der Koordinaten: 8,00m  
 Nachbarrschaftsgenauigkeit: 4,00m



**Digitalisiersystem ATKIS-Gebäude:**

Standardabweichung der Koordinaten:	2,00m
Nachbarschaftsgenauigkeit:	1,50m
Messbandstrecken:	0,02m
Bedingungen:	0,02m

Die Berechnungsläufe verliefen unproblematisch, auch Bereiche mit großen Entzerrungen (z.B.: Flurstücke 1-3) wurden widerspruchslös verarbeitet. Probleme tauchten auf, als bebaute Bereiche in der Nähe des Projektrandes bearbeitet wurden. Schon die Überlagerung mit dem Orthofoto ließ auf große Widersprüche in den ALK-Daten schließen, die Einarbeitung von ausgewähltem Zahlenwerk brachte Spannungen zu Tage, die durch die Ausgleichung nicht mehr gelöst werden konnten. Die Spannungen betragen an der Projektgrenze bis zu 12m.

Die mit VETRAS erzeugte Flur-, zugleich auch Projektgrenze, wurde als stark fehlerhaft erkannt. Der sonst zwingend als fest anzuhaltende Projektrand mußte in diesem Fall aufgelöst werden, da die Nähe der zu den fehlerfreien Gebäuden nicht genügend Raum zur Fehlerverteilung bot. Der neu erzeugte Projektrand wurde durch dem Orthofoto entnommene Passpunkte und durch Zahlenwerk gestützt.

Insgesamt wurden in der Homogenisierung 311 Maße aus 18 Rissen des Katasternachweises verwendet. 196 Bedingungen wurden manuell erzeugt, diese größtenteils auf Grundlage des Risswerkes. Die Gesamtausgleichung benötigte 27 Iterationen, davon 5 Iterationen mit Restklaffenverteilung. Die Berechnung dauerte auf einem Pentium II (600Mhz, 128Mb RAM) 1 Minute 30".

Die Digitalisiersysteme ergaben folgende Transformationsparameter:

**Digitalisiersystem ALK-Bestand:**

```
5-PARAMETER TRANSFORMATION SYSTEM NR.: 1
-----
PASSPUNKTKLAPPEN MAX/MITTEL = 12.791 / 1.604 M SIGMA-0 = 1.424 M
RESTKLAPPEN MAX/MITTEL = 15.758 / 2.249 M (UEBER ALLE PUNKTE)
SCHWERPUNKT (ZIEL) RECHTSWERT = 3445746.4942 M HOCHWERT = 5735347.7157 M
SCHWERPUNKT (START) RECHTSWERT = 3445746.4923 M HOCHWERT = 5735347.5347 M
TRANSLATION RECHTSWERT = 1015.1061 M HOCHWERT = 17756.7383 M
MASZSTAB X = 0.9955514 DREHWINKEL = -0.14311 GON
MASZSTAB Y = 1.0034331
```

**Digitalisiersystem ATKIS-Bestand:**

```
3-PARAMETER TRANSFORMATION SYSTEM NR.: 2
-----
PASSPUNKTKLAPPEN MAX/MITTEL = 0.970 / 0.512 M SIGMA-0 = 0.416 M
RESTKLAPPEN MAX/MITTEL = 1.539 / 0.338 M (UEBER ALLE PUNKTE)
SCHWERPUNKT (ZIEL) RECHTSWERT = 3445886.8128 M HOCHWERT = 5735349.1259 M
SCHWERPUNKT (START) RECHTSWERT = 3445886.9745 M HOCHWERT = 5735349.1340 M
TRANSLATION RECHTSWERT = -4093.8389 M HOCHWERT = 2461.5843 M
DREHWINKEL = 0.04545 GON
```

Die hohen Restklaffen im ALK-Bestand waren nicht unbedingt zu erwarten. Als nachteilig für die Interpretation der Ergebnisse wirkte aus, daß der ALK Bestand bereits Ergebnis einer Homogenisierung und nicht mehr originales Abbild der Flurkarte ist.

Die Gebiete mit großen Restklaffen wurden mit Zahlennachweis gestützt, so das sichergestellt werden kann, daß die Restklaffenverteilung ein Qualitätsgewinn für die ALK bedeutet. Teilweise Ursache für die hohen Restklaffen war auch die mit VETRAS erzeugte Projektbegrenzung. Hier sollte die Technologie überdacht werden. (siehe Kapitel 5)

#### 4.4 Genauigkeitsvergleich

Parallel zu der hier vorgestellten Arbeit wurden durch Mitarbeiter des Katasteramtes zusätzliche Passpunkte in der Örtlichkeit gemessen. Diese wurden mit den Punktwerten aus dem Ausgleichungslauf ver-

glichen. Folgende Differenzen ergaben sich:

Punktnummer Passpunkte	Differenz zu ALK oder ATKIS	Differenz zur Homogenisierung	Qualitätsgewinn der Homogenisie- rung	Bemerkung
<b>Grenzpunkte:</b>				
2 30047	0,61	0,31	0,30	
2 30048	2,50	0,06	2,44	
2 30049	1,07	0,23	0,84	
2 30050	2,46	2,46	0,00	Umring Festpunkt
2 30052	2,91	0,20	2,71	
2 30053	1,36	0,15	1,21	
2 30076	11,38	0,37	11,01	
2 30077	8,55	0,36	8,19	
2 30080	10,85	0,37	10,48	
2 90110	2,71	2,61	0,10	
2 90120	0,76	1,50	-0,74	
2 90121	2,40	2,32	0,08	
2 90126	-	-	-	keine Identität
2 90128	14,72	8,30	6,42	
2 90129	17,15	13,96	3,19	
2 90130	-	-	-	keine Identität
2 90131	7,58	0,38	7,20	
2 90132	5,27	2,50	2,77	
2 90133	15,72	5,02	10,70	
2 90134	12,00	8,68	3,32	
2 90135	15,53	9,73	5,80	
	7,13	3,13	4,00	45% Verbesserung
<b>Gebäudepunkte:</b>				
3 30056	0,11	0,52	-0,41	
3 30057	0,10	0,55	-0,45	
3 30058	0,60	0,63	-0,03	
3 30059	0,56	0,51	0,05	
3 30060	0,10	0,46	-0,36	
3 30061	0,07	0,62	-0,55	
3 30062	0,50	0,38	0,12	
3 30063	0,30	0,24	0,06	
3 30064	0,28	0,35	-0,07	
3 30065	0,33	0,44	-0,11	
3 30066	0,13	0,23	-0,10	
3 30069	0,80	0,54	0,26	
3 30070	0,76	1,15	-0,39	
3 30071	0,23	0,70	-0,47	
3 30072	0,36	0,57	-0,21	
3 30073	0,12	0,22	-0,10	
3 30074	0,28	0,10	0,18	
3 30075	0,08	0,25	-0,17	
3 30078	0,16	0,16	0,00	
3 30079	0,13	0,20	-0,07	
	0,30	0,44	-0,14	33% Verschlechterung

Die Differenzen zwischen den Grenzpunktkoordinaten aus Homogenisierung und Passpunktmessung ergeben ein zufriedenstellendes Ergebnis. Der Qualitätsgewinn von fast 50% kann noch höher bewertet werden, da Spannungen besonders in der kritischen Richtung, bezüglich der Bebauung entfernt wurden.

Kritisch muß die doch beachtliche Verschlechterung der ATKIS-Daten bewertet werden. Es wird durch die Homogenisierung ein zu hoher Fehleranteil aus den Grenzen in die Gebäude übertragen. Das Digitalisiersystem der ATKIS-Gebäude sollte daher höher gewichtet werden:

**Digitalisiersystem ATKIS-Gebäude:**

Standardabweichung der Koordinaten: 1,00m

Nachbarschaftsgenauigkeit: 1,00m

Da die Absolutabweichung sich noch im vertretbaren Rahmen hält, kann das Ergebnis hier akzeptiert werden.

Die gesamte Homogenisierung nahm etwa 5 Arbeitstage in Anspruch.

#### **4.5 Abschlußarbeiten**

Nach den Homogenisierungsarbeiten wurden die Daten nach Geograf übertragen. Dort sollte die Nachbearbeitung stattfinden. Die Objektnamen wurden bereits im Zuge der Homogenisierung abgeglichen. Der Abgleich der Flächen der Folie 21 mit dem Gebäudebestand steht noch aus, sie kann innerhalb dieser Arbeit nicht mehr durchgeführt werden.

Die fertiggestellten Daten wurden mittels EDBS-Konverter zum ALK-GIAP übertragen.

## 5 Schlußbetrachtung

### Zur Wahl der Software:

Die hier vorgestellte Programmkombination GeoCalc-KafPlot - KAFKA ist eine kurzfristig einsatzfähige, kostengünstige Lösung, um die Gebäudeintegration im qualitativ geforderten Maße durchzuführen. Um den durchgehenden Datenfluß zu gewährleisten, ist allerdings die Anschaffung des Geograf-Edbs-Konverters verbunden. Dieser wird sich aber mit Fertigstellung der ALK auch in anderen Arbeitsbereichen bewähren.

Langfristig sollte die Anschaffung des Programmsystems INTEGRIS geplant werden, soweit sich die Demoversion als anwendbar erweist. Auch nach Abschluß des FALKE-Projektes wird ein Programm mit ähnlicher Leistungsfähigkeit benötigt um Schrittweise die Lagegenauigkeit der ALK zu verbessern.

### Zur Qualität des VETRAS-Projektrandes:

In den Teilen des Projektrandes, die im Zuge der Gebäudeintegration untersucht werden mußten, wurden Lagefehler bis zu 13 Meter festgestellt. Da der mit VETRAS erzeugte Projektrand in den folgenden Arbeitsschritten als fest angehalten wird, sind diese Abweichungen nicht akzeptabel.

Ursache dieser Fehler liegt in der technischen Realisierung des Verfahrens "Verkettete Transformation". Der Bearbeiter hat im Verfahrensablauf wenig Möglichkeiten, die Ergebnisse der Berechnungen visuell zu kontrollieren. Das Luftbild muß hier als wichtige Informationsquelle stärker genutzt werden. Da Flurgrenzen häufig im Luftbild nicht zu identifizieren sind, sollten in diesen Bereichen Objekte nahe der Flurgrenze mit digitalisiert werden um ein Abgleich mit dem Luftbild zu ermöglichen.

Weiterhin fehlt die Möglichkeit, die digitalisierten Punktdaten mit Messungszahlen zu stützen. Der Verfahrensablauf sollte nochmals überdacht werden, besonders im ortnahen Raum muß die Qualität der Digitalisierungsgrundlage verbessert werden.

### Zum Arbeitsablauf:

Als ebenfalls hinderlich hat sich erwiesen, die Gebäudeintegration als Zweithomogenisierung durchzuführen. Einerseits ist es schwierig, Fehler im bereits homogenisierten Punktfeld zu interpretieren, andererseits müssen viele Arbeitsschritte aus der Ersthomogenisierung, z.B. der Nutzungsartenabgleich, wiederholt werden. Gerade im Hinblick auf die begrenzten finanziellen Mittel sollte das Verfahren gestrafft werden. Die Gebäudeintegration kann zusammen mit der Ersthomogenisierung erfolgen. Damit treten zwar schon bei der Ersthomogenisierung mehr Widersprüche auf, es stehen aber auch mehr Daten (ATKIS-Gebäude) zur Verfügung, um diese korrekt interpretieren zu können. Die Qualität des öffentlich auszulegenden Endproduktes ist wesentlich höher als das Produkt nach der bisherigen Verfahrensweise. Der durch die teilweise Einarbeitung des Risswerkes entstehende Mehraufwand ist bei Fremdvergabe in der Kalkulation zu beachten, in der FALKE-Richtlinie ist dieser noch nicht ausreichend berücksichtigt.

Um sich bei der Eingabe von Zahlenwerk auf die wichtigen Risse konzentrieren zu können, wäre es vorteilhaft, wenn das Microfilmgebrauchsarchiv für das Projektgebiet bereits aufgestellt ist. Eine Ausgabeliste aus der ANS, möglichst in Dateiform, auf der alle Flurstücke mit den relevanten Rissen verzeichnet sind, würde die Rissauswahl und somit den zeitaufwendigsten Arbeitsschritt beschleunigen.

### Wertung der integrierten Gebäude:

In den Gebäudepunkten tauchten Restklaffen bis zu 1.5m auf, das Mittel lag bei 35cm. Die Genauigkeit ist damit für die Standardausgabe im Maßstab 1:1000 ausreichend.

Die Frage, ob die Gebäude Bestandteil der amtlichen Liegenschaftskarte (Folie 11) werden sollen, kann nach den hier erzielten Ergebnissen positiv beantwortet werden. Die Lage der Gebäude in Bezug zu den Grenzen konnte mit der Homogenisierung weitgehend hergestellt werden, Abweichungen ergeben sich nur in Bereichen mit nicht festgestellten Grenzen. Auf keinen Fall kann die relative Genauigkeit der

ATKIS-Gebäude von den auch bisher auf Folie 11 dargestellten nicht koordinatenmäßig eingemessenen Gebäude abgegrenzt werden.

Eine wirkliche Trennung der Genauigkeitsklassen ergibt sich nur zu den koordinatenmäßig eingemessenen Gebäuden. Diese Information sollte GIS-Nutzern bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden.