

AUTOMATISCHE FEHLERENTDECKUNG BEI DER FLÄCHENBILDUNG UND  
DEREN ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN IN GEO-INFORMATIONSSYSTEMEN

S. Zhang

Schubert + Partner Ingenieurgesellschaft mbH  
Gustav-Heinemann-Ring 212, D-8000 München 83, Germany  
Kommission IV, Arbeitsgruppe 5, WG IV/5

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird aufgezeigt, wie die logischen Einheiten, z.B. Flurstücke und Gebäude in Geo-Informationssystemen von Konturelementen gebildet werden und wie Fehler bei der Flächenbildung entdeckt werden. Solche Fehler sind u.a.:

- Flächen mit doppelten Konturelementen;
- Flächen sind nicht geschlossen;
- Flächen sind verschränkt;
- Falsche Zuordnungen zwischen Flächen und den zu ihnen gehörenden Elementen (z.B. Flurstücke ohne oder mit mehreren Flurstücksnummern).

Wegen der großen Datenbasis ist obige Bearbeitung auch im beliebigen Ausschnitt einer Datenbank auszuführen. Am Ende werden die Anwendungsmöglichkeiten vorgestellt.

Abstract

Special elements (parcels, outlines of buildings, natural units...) within most vector-based GIS have to be assembled of previously digitized line elements (polygons, arcs, splines...). This process comes along with some inaccuracies:

- contour-elements exist twice;
- the outline of the area is not closed;
- contour-elements intersect themselves;
- area-reference-elements are missing or doubled.

Because of the huge data-bases this procedures have to be processed within defined windows. This article presents area-generation procedures and procedures to eliminate the errors mentioned above.

Stichwörter: CAD, Flächenbildung, Zuordnung, Fehlerentdeckung, Konturzüge, Flächennetz, getrennte Einzelflächen.

1 EINLEITUNG

In Geo-Informationssystemen gibt es zahlreiche logische Einheiten (z.B. Flurstücke, Gebäude, natürliche Flächen), die aus Konturelementen und Punkten bestehen. Bei diesen Elementen sind folgende Bearbeitungsschritte zu berücksichtigen:

- Aufbau der topologischen Struktur d.h. Zusammensetzen der betreffenden Kontur- und Punktelemente und Erzeugen der Flächen mit diesen Elementen.
- Aufsuchen der Datenfehler, die bei der Erfassung gemacht worden sind.
- Ableiten von Informationen aus den vorhandenen Daten z.B.:
  1. Flächengröße von Gebäuden oder Flurstücken.
  2. Zugehörigkeit der Flurstücke zu den Gemarkungen oder der Gebäude zu den Bezirken.

Auf der Basis des Geo-Informationssystems SICAD (Siemens Computer Aided Design) und der zugehörigen GDB (Geografische Datenbasis) wurde das Programmpaket FRTEST entwickelt, das sich mit zwei Schwerpunkten befaßt:

- Flächenbildung mit automatischer Fehlerentdeckung in Geo-Informationssystemen oder im beliebigen Ausschnitt einer GDB.
- Zuordnung der Elemente zu ihren Flächen (Hausnummern zu den Gebäuden, Flurstücksnummern zu den Flurstücken, Flurstücke zu den Gemarkungen usw.)

Um die folgenden Ausführungen zu vereinfachen wird nur von Linien und Punkten als Konturelemente gesprochen. Das Prinzip ist aber auch auf Bögen, Splines und Polygone anwendbar.

2 KRITERIEN ZUR KONTROLLE BEI FLÄCHENBILDUNG

- Kriterium 1:

In einem Flächennetz besteht ein Zusammenhang zwischen der Anzahl von Flächen, Linien und Punkten nach folgender Formel (siehe auch Abb.1):

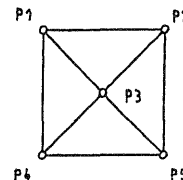


Abb.1. Beziehung zwischen Punkt-, Linien- und Flächenanzahl im Flächennetz

$$L_n = P_n + F_n - 1$$

$L_n$ : Anzahl der Linien

$P_n$ : Anzahl der Punkte

$F_n$ : Anzahl der Flächen

In Abb.1.  $L_n = 8$ ,  $P_n = 5$ ,  $F_n = 4$ ,  $8 = 5 + 4 - 1$ .

- Kriterium 2:

Sind alle Einzelflächen und die umfassende Gesamtfläche gebildet worden, müssen alle Konturelemente zweimal bearbeitet worden sein. (siehe Abb.2. und Tabelle 1.).

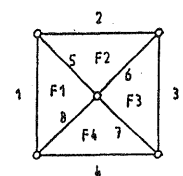


Abb.2. Konturlinien werden zweimal bearbeitet.

Fläche	Linie	Summe
F1	1, 5, 8	3
F2	5, 2, 6	3
F3	6, 3, 7	3
F4	7, 4, 8	3
F5	1, 2, 3, 4 (Gesamtfläche)	4

$$L_n = 8 \qquad 2 * L_n = 16$$

Tabelle 1. Jede Konturlinie wird zweimal bearbeitet

### 3 DATENVORBEREITUNG

#### 3.1 Definitionen der Winkel

Bei der Flächenbildung aus einem Flächennetz wird immer in Uhrzeigerichtung zur nächsten Linie fortgeschritten, d.h. in Richtung des kleinsten Winkels zwischen aktueller Kontur mit den nachfolgenden Konturen. Hierbei gelten folgende Grundlagen:

- Richtungswinkel der Linie:

Im mathematischen Koordinatensystem wird der Richtungswinkel zwischen zwei Punkten vom Anfangspunkt auf den Endpunkt im Gegenuhrzeigersinn definiert: (Abb.3)  
 $(x_1, y_1) \langle \rangle (x_2, y_2)$

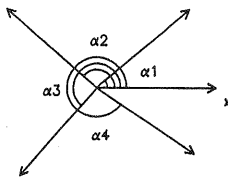


Abb.3. Richtungswinkel

$$\alpha = \pi / 4 \qquad (x_2 = x_1, y_2 > y_1)$$

$$\alpha = 3 * \pi / 4 \qquad (x_2 = x_1, y_2 < y_1)$$

$$\alpha = \arctan((y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)) \qquad (x_2 > x_1, y_2 \geq y_1)$$

$$\alpha = \arctan((y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)) + \pi \qquad (x_2 < x_1)$$

$$\alpha = \arctan((y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)) + 2\pi \qquad (x_2 > x_1, y_2 < y_1)$$

$$0 \leq \alpha < 2\pi \qquad (1)$$

- Winkel zwischen zwei Linien:

Der Winkel zwischen der aktuellen Linie und der Folgelinie wird folgendermaßen berechnet:

$$\alpha_{ij} = \alpha_j - \alpha_i \qquad (\alpha_j \geq \alpha_i)$$

$$\alpha_{ij} = \alpha_j - \alpha_i + 2\pi \qquad (\alpha_j < \alpha_i)$$

$$0 \leq \alpha_{ij} < 2\pi \qquad (2)$$

- Summe der Innenwinkel eines n-Eckes:

$$\sum_{i=1}^n W_{in} = (n - 2) * \pi \qquad (3)$$

- Summe der Außenwinkel eines n-Eckes:

(Definition der Außenwinkel: Außenwinkel ist die Differenz zwischen  $2\pi$  minus Innenwinkel)

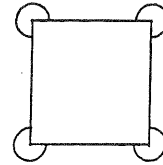


Abb.4. Summe der Außenwinkel

$$\sum_{i=1}^n W_{au\beta} = 2n\pi - (n - 2) * \pi = (n + 2) * \pi \qquad (4)$$

#### 3.2 Anlegen der Datei der Punkt-Linienbeziehung

Um den Rechenaufwand zu verringern, wird die Punkt-Linienbeziehung nur einmal ermittelt und in eine Datei abgespeichert. Das Auffinden der Linien zu den Punkt geschieht über spezielle GDB-Kommandos. Zu jedem Punkt wird ein Datensatz erzeugt. Als Zugriffsschlüssel wird die Punktadresse verwendet. Zu jeder mit dem Punkt verketteten Linie werden Linienadresse, gegenüberliegende Punktadresse (hier Endpunkt), Lagewinkel und Bearbeitungskennzeichen berechnet und abgespeichert. Ein Record wird mit Fortran Sprache wie folgendes eingetragen:

```
WRITE (CAN,REC=PADR)
      XK,YK,PLN,(LADR(I),PEND(I),WINK(I),
      LBKZ(I),I=1,PLN)
```

davon:

- CAN -- Kanalnummer der Datei
- PADR -- Adresse des Punktes im System als Satznummer(key) des Records
- XK,YK -- Punktkoordinaten
- PLN -- Anzahl der mit dem Punkt verknüpften Konturelemente
- LADR -- Adressen der Konturelemente
- PEND -- Endpunktadressen der Konturelemente
- WINK -- Richtungswinkel der Konturelemente vom aktuellen Punkt auf den Endpunkt
- LBKZ -- Bearbeitungskennzeichnungen der Konturelemente (LBKZ(I)=1 diese Linie ist bearbeitet worden)

Von dieser Datei aus können Einzelflächen gebildet werden:

1. Punkt -- 1. Linie -- 2. Punkt
2. Punkt -- 2. Linie -- 3. Punkt
- ...
- n. Punkt -- n. Linie -- Endpunkt (Anfangspunkt)

Wenn Endpunkt gleich Anfangspunkt ist, ist eine Fläche gebildet worden.

#### 3.3 Eliminierung der doppelten Konturelemente

Doppelte Linien stören Flächenbildungen, deswegen müssen sie eliminiert werden. Dies erfolgt beim Anlegen der Punkt-Linienbeziehungsdatei. Wenn sich n-Linien mit Punkt P verknüpfen und davon Linie I mit Linie J identisch sind, durch Vergleich der Winkel und Endpunktadressen können doppelte Linien entdeckt werden. d.h.:

wenn  $(WINK(I) = WINK(J) \text{ und } PEND(I) = PEND(J))$ ,

dann wird die Linie I als doppeltes Element in die Fehlerdatei eingetragen und die Linie J wird als Konturelement in die Punkt-Linienbeziehungsdatei geschrieben.

#### 4 DAS PRINZIP DER FLÄCHENBILDUNG

Die Graphik in Geo-Informationssystemen enthält Flächennetze (z.B. Flächennetze aus Flurstücken), getrennte Einzelflächen (z.B. Gebäude) und unterschiedliche Fehler.

Anderserseits vom Laufzeitverhalten und Speicherbedarf bei der Bearbeitung einer großen Datenbasis ist es vorteilhaft, wenn auch Teilgebiete einer GDB bearbeitet werden können. Durch Schnitt des Arbeitsfensters ergeben sich dann offene Konturzüge.

Im Hinblick darauf sollen bei der Flächenbildung offene Konturzüge d.h. nicht geschlossene Flächen, getrennte Einzelflächen und Flächennetze zusammen berücksichtigt werden.

Im Abb.5. ist ein zu bearbeitendes Fenster mit diesen verschiedenen Möglichkeiten.

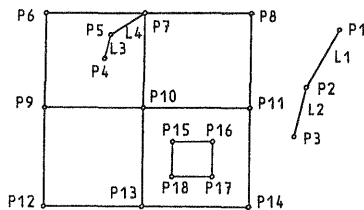


Abb.5. Beispiel: Ausschnitt des Geo-Informationssystems mit offenen Konturzügen, Flächennetz und getrennter Einzelfläche

Definition der im folgenden verwendeten Begriffe:

- Linienendpunkt: Punkt, an dem nur eine Konturlinie ( $pln = 1$ ) angehängt ist. ( $P_1, P_3, P_4$  im Abb.5)
- Zwischenpunkt: Punkt, an dem immer zwei Konturlinien ( $pln = 2$ ) angehängt sind. ( $P_2, P_6$  .. im Abb.5)
- Knotenpunkt: Punkt, an dem mehr als zwei Konturlinien ( $pln > 2$ ) angehängt sind. ( $P_7, P_{10}$  .. im Abb.5)

Linienendpunkte weisen auf nicht geschlossene Flächen (es sei denn, sie verlassen den Ausschnitt). Getrennte Einzelflächen, die nicht zu einem topologischen Netz gehören, wie z.B. Gebäude besitzen nur Zwischenpunkte. Jede Netzfläche dagegen besitzt Knotenpunkt(e). Entsprechend lassen sich die Flächen in drei Stufen bilden:

- 1, Linienendpunkte ( $pln=1$ ) als Anfangspunkt: es werden offene Konturzüge gesucht bis entweder ein Linienendpunkt oder ein Knotenpunkt gefunden wird ( $pln < 2$ ). So werden alle freihängenden Konturen gefunden und eliminiert. Nach Schritt 1 sind im Arbeitsgebiet nur Flächennetze und getrennte Einzelflächen weiter zu bearbeiten.
- 2, Knotenpunkte ( $pln>2$ ) als Anfangspunkte: es werden Flächen nur in Flächennetzen gesucht, bis Anfangspunkt wieder erreicht wird. Nach Schritt 2 sind Flächennetze mit ihren Knotenpunkten, Zwischenpunkten und Konturlinien bearbeitet worden. Es sind nur noch die getrennten Einzelflächen zu bilden.
- 3, noch nicht bearbeitete Zwischenpunkte ( $pln=2$ ) als Anfangspunkte: es werden getrennte Einzelflächen identifiziert.

Folgend wird die Flächenbildung und die Fehlerbehandlung durch ein Beispiel (Abb.5.) diskutiert.

#### 4.1 Flächenbildung 1: Flächen nicht geschlossen

Seriellles Lesen der Punkt-Liniendatei, die noch nicht bearbeiteten Linienendpunkte ( $pln=1$ ) sind Anfangspunkte, z.B. die Punkte  $P_1, P_4$ , in Abb.5.

Nach oben erwähnter Stufe 1 werden zwei Konturzüge gebildet:

Konturzug 1,  $P_1 - L_1 - P_2 - L_2 - P_3$

Konturzug 2,  $P_4 - L_3 - P_5 - L_4 - P_7$

Linienendpunkt  $P_3$  ist bereits bei Konturzug 1 abgearbeitet und nicht mehr Anfangspunkt eines Konturzugs. Die Bearbeitungskennzeichnungen dieser Linien werden in die Datei eingetragen und danach in Flächenbildung nicht mehr berücksichtigt. Nach der Eliminierung der offenen Konturzüge ist die Grafik von Abb.5 in Abb.6 verbessert worden.

Adressen und Koordinaten der Punkte  $P_1, P_3, P_4$  werden in Fehlermeldungsdatei geschrieben.

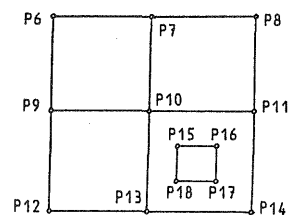


Abb.6 Grafik von Abb.5. nach der Eliminierung der offenen Konturzüge

#### 4.2 Flächenbildung 2: im Flächennetz

In diesem Kapitel werden Flächen vom Knotenpunkt ( $pln>2$ ) aus entlang der Konturlinien bis zum selben Anfangsknotenpunkt gesucht, ohne die getrennten Einzelflächen zu berücksichtigen. Es wird also nur der im Abb.7 dargestellte Teil von Abb.6. bearbeitet.

Im Flächennetz enthält jede Fläche Knotenpunkt(e), und um einen Knotenpunkt ist die Anzahl der Linien gleich die Anzahl der Flächen einschließlich Gesamtfläche. Ist ein Knotenpunkt  $pln$ -mal abgearbeitet, so sind alle den Punkt umgebenden Flächen gebildet.

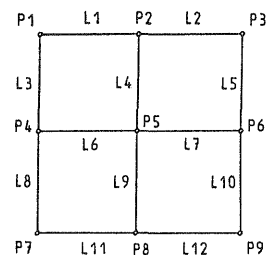


Abb.7. Flächenbildung im Flächennetz

Das Prinzip der Flächenbildung im Flächennetz

- 1, Seriellles Lesen der Punkt-Liniendatei, die noch nicht  $pln$ -malig bearbeiteten Knotenpunkte ( $pln>2$ ) werden als Anfangspunkte verwendet.
- 2, Seriellles Lesen der Linie-Information um den Anfangspunkt, die erste noch nicht bearbeitete Linie wird als Anfangskonturelement verwendet.
- 3, Suchen der nachgehenden Linie, die mit der aktueller Linie den kleinsten Winkel nach den Winkeldefinitionen (1) und (2) bildet.
- 4, Schritt 3 wiederholen, bis Anfangspunkt wieder erreicht ist.

Knotenpunkte	Anfangswerte P / Li / Wink	Zwischenwerte P / Li / Wink	Endwerte P/N/ ΣW	Anmerkung
P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> L <sub>1</sub> W <sub>min</sub> =W <sub>2,1</sub>	P <sub>1</sub> P <sub>4</sub> P <sub>7</sub> P <sub>8</sub> P <sub>9</sub> P <sub>6</sub> P <sub>3</sub> L <sub>3</sub> L <sub>8</sub> L <sub>11</sub> L <sub>12</sub> L <sub>10</sub> L <sub>5</sub> L <sub>2</sub> W <sub>1,3</sub> W <sub>3,8</sub> W <sub>8,11</sub> W <sub>11,12</sub> W <sub>12,10</sub> W <sub>10,5</sub> W <sub>5,2</sub>	P <sub>2</sub> N=8 ΣW=10π	Fläche 1 Gesamt- fläche
	P <sub>2</sub> L <sub>2</sub> W <sub>min</sub> =W <sub>4,2</sub>	P <sub>3</sub> P <sub>6</sub> P <sub>5</sub> L <sub>5</sub> L <sub>7</sub> L <sub>4</sub> W <sub>2,5</sub> W <sub>5,7</sub> W <sub>7,4</sub>	P <sub>2</sub> N=4 ΣW=2π	Fläche 2
	P <sub>2</sub> L <sub>4</sub> W <sub>min</sub> =W <sub>1,4</sub>	P <sub>5</sub> P <sub>4</sub> P <sub>1</sub> L <sub>6</sub> L <sub>3</sub> L <sub>1</sub> W <sub>4,6</sub> W <sub>6,3</sub> W <sub>3,1</sub>	P <sub>2</sub> N=4 ΣW=2π	Fläche 3
P <sub>4</sub>	P <sub>4</sub> , L <sub>3</sub>	in dieser Richtung ist Fläche 3 gebildet ( am Knotenpunkt P <sub>4</sub> ist L <sub>3</sub> abgearbeitet )		
	P <sub>4</sub> L <sub>6</sub> W <sub>min</sub> =W <sub>8,6</sub>	P <sub>5</sub> P <sub>8</sub> P <sub>7</sub> L <sub>9</sub> L <sub>11</sub> L <sub>8</sub> W <sub>6,9</sub> W <sub>9,11</sub> W <sub>11,8</sub>	P <sub>4</sub> N=4 ΣW=2π	Fläche 4
	P <sub>4</sub> , L <sub>8</sub>	in dieser Richtung ist Fläche 1 gebildet ( am Knotenpunkt P <sub>4</sub> ist L <sub>8</sub> abgearbeitet )		
P <sub>5</sub>	P <sub>5</sub> , L <sub>4</sub>	in dieser Richtung ist Fläche 2 gebildet ( am Knotenpunkt P <sub>5</sub> ist L <sub>4</sub> abgearbeitet )		
	P <sub>5</sub> , L <sub>6</sub>	in dieser Richtung ist Fläche 3 gebildet ( am Knotenpunkt P <sub>5</sub> ist L <sub>6</sub> abgearbeitet )		
	P <sub>5</sub> L <sub>7</sub> W <sub>min</sub> =W <sub>9,7</sub>	P <sub>6</sub> P <sub>9</sub> P <sub>8</sub> L <sub>10</sub> L <sub>12</sub> L <sub>9</sub> W <sub>7,10</sub> W <sub>10,12</sub> W <sub>12,9</sub>	P <sub>4</sub> N=4 ΣW=2π	Fläche 5
	P <sub>5</sub> , L <sub>9</sub>	in dieser Richtung ist Fläche 4 gebildet ( am Knotenpunkt P <sub>5</sub> ist L <sub>9</sub> abgearbeitet )		
P <sub>8</sub>		ist inzwischen 3 malig abgearbeitet (PLN=3)		
P <sub>6</sub>		ist inzwischen 3 malig abgearbeitet (PLN=3)		

Tabelle 3. Flächenbildung im Flächennetz (Siehe auch Abb. 7)

Tabelle 2 und 3 erläutern diese Schritte.

Anfang		Zwischen		Ende	
W <sub>min</sub>	W <sub>min</sub>	W <sub>min</sub>	W <sub>min</sub>	W <sub>min</sub>	W <sub>min</sub>
P <sub>1</sub>	-----	P <sub>2</sub>	-----	P <sub>3</sub>	..... P <sub>1</sub>
L <sub>1</sub>	-----	L <sub>2</sub>	-----	L <sub>3</sub>	.....
W <sub>1</sub>	-----	W <sub>2</sub>	-----	W <sub>3</sub>	.....

Tabelle 2. Schritte 1-4 für Flächenbildung

Flächenbildung für Beispiel im Abb.7. wird in Tabelle 3. dargestellt.

Bei der Flächenbildung nach den Kriterien 1-4 ergeben sich aus Tabelle 3 folgende Punkte:

- 1, jede Linie wird zweimal (in jeder Richtung einmal) bearbeitet.
- 2, wenn die Winkelsumme  $(n+2) \cdot \pi$  beträgt, sind die Außenwinkel addiert, dann wird die Gesamtfläche gebildet.
- 3, bei normaler Fläche im Flächennetz sind immer deswegen Innenwinkel addiert, die Winkelsumme ist  $(n-2) \cdot \pi$

#### 4.3 Flächenbildung 3: getrennte Einzelflächen

Nach Flächenbildung 2 in § 4.2 sind alle Punkte und Konturlinien in Netzen bearbeitet worden, es sind nur noch Konturelemente und Punkte von getrennten Einzelflächen abzarbeiten (LBKZ(I)=0). Serielles Lesen der Punkt-Linien-Beziehungsdatei,

der noch nicht bearbeitete Zwischenpunkt (pln=2) ist Anfangspunkt, eine der beiden angehängten Linien als Anfangslinie. Suchen der Fläche entlang den Konturelementen bis der Anfangspunkt wieder erreicht ist.

Nach der Flächenbildung 3 sind alle Flächen im Arbeitsgebiet schon gebildet worden.

#### 4.4 Fehlerentdeckung: verschränkte Flächen

Bei der Flächenbildung werden die minimalen Winkel addiert. Aus der Winkelsumme lassen sich verschränkte Flächen finden:

$$WS = (n+2) \cdot \pi \text{ für Gesamtfläche (§ 4.3)}$$

$$WS = (n-2) \cdot \pi \text{ für normale Fläche (§ 4.3)}$$

$$WS \langle \rangle (n\pm 2) \cdot \pi \text{ Fläche ist verschränkt}$$

Beispiel:

Im Abb.8 ist eine Fläche verschränkt, die Flächenbildung wird in Tabelle 4 beschrieben:

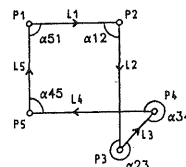


Abb.8. Verschränkte Fläche

Anfangswerte P / Li / Wink	Zwischenwerte P / Li / Wink	Endwerte P / N / $\Sigma W$
P <sub>1</sub> L <sub>1</sub> W <sub>min</sub> =W <sub>5,1</sub>	P <sub>2</sub> P <sub>3</sub> P <sub>4</sub> P <sub>5</sub> L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> L <sub>4</sub> L <sub>5</sub> W <sub>1,2</sub> W <sub>2,3</sub> W <sub>3,4</sub> W <sub>4,5</sub>	P <sub>1</sub> N=5 $\Sigma W <> (n \pm 2) \pi$

Tabelle 4. Entdeckung einer verschränkten Fläche

An der verschränkten Stelle werden statt der Innenwinkel (Außenwinkel) die Außenwinkel (Innenwinkel) addiert, deswegen  $\Sigma W <> (n \pm 2) \pi$

## 5 ZUORDNUNG DER ZU DEN FLÄCHEN GEHÖRENDE ELEMENTE

### 5.1 Allgemeine Zuordnung

Die Lage des zu testenden Elements gegenüber einer Fläche wird durch Berechnung der Schnittpunktzahl bestimmt (Punkt in Fläche - Prüfung). Dazu wird eine horizontale Linie durch den Bezugspunkt des Elements gelegt und deren Schnitte mit der Fläche nach einer Seite hin gezählt. Bei gerader Anzahl liegt das Element außerhalb der Fläche und bei ungerader Anzahl von Schnittpunkten innerhalb (Abb.9). Mathematisch gesehen gilt folgende Formel:

$N - \text{INT}(N/2) * 2 = 0$ , Element ist außerhalb  
 $N - \text{INT}(N/2) * 2 = 1$ , Element ist innerhalb

N ist Anzahl der Schnittpunkte

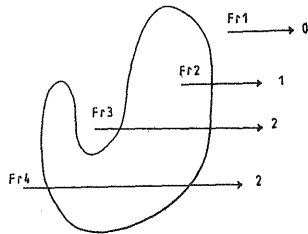


Abb.9. Zuordnung zwischen Fläche und Element

### 5.2 Zuordnung bei auftretenden Inselflächen

Beispiel: (Abb.10)

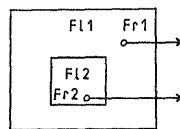


Abb.10. Zuordnung für die Fläche, die die getrennte Einzelfläche enthält

FL1 und FL2 sind Flurstücke, FR1 und FR2 sind Flurstücksnummern. Sind alle Flächen nach der Flächengröße aussortiert, so steht die kleinere Fläche (FL2) vor der grösseren (FL1) in Flächenreihenfolge, FR2 wird deswegen der Inselfläche FL2 zugeordnet bevor sie der Umgebungsfläche zugeordnet werden kann. FR2 gehört einer Fläche nur einmal, die Zuordnung zwischen FR2 und FL1 wird dann nicht mehr getestet.

### 5.3 Flurstück ohne Flurstücksnummer oder mit mehreren Flurstücksnummern

Nach § 5.1 und § 5.2 können alle Flurstücksnummern den Flurstücken zugeordnet werden. Im Prinzip enthält ein Flurstück nur eine Nummer. Wenn es keine oder mehrere Nummern enthält, sollen die Koordinaten der Einbetteckfläche des Flurstücks und die Koordinaten der Flurstücksnummern sowie weitere Informationen zu den Flurstücksnummern (Adresse, Zähler, Nenner..) in die Fehlermeldungsdatei eingetragen werden.

## 6 ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

In Geo-Informationssystemen lassen sich die Fehler in den Flächenkonturen und Zuordnungsfehler durch automatisches Nachvollziehen der Flächenbildung und der Zuordnung aufdecken. Dies wird in den verschiedenen Kapiteln diskutiert:

- in § 3.3 über doppelte Konturelemente der Flächen,
- in § 4.1 über nicht geschlossene Flächen,
- in § 4.4 über verschränkte Flächen,
- in § 5.3 über Flurstücke ohne Flurstücksnummer, oder mit mehreren

Außerdem finden die automatische Flächenbildung und Zuordnung folgende Anwendungsmöglichkeiten:

- Automatische Erzeugung von Flächen aus bereits vorhandenen Konturelementen.
- Automatische Ableitung der Informationen z.B:
  1. Berechnen der Flächengröße.
  2. Bestimmen der Zugehörigkeit der Häuser zu Bezirk oder der Flurstücke zu Gemarkung (wenn Bezirk und Gemarkung als Flächen gebildet, Häuser und Flurstücke durch Bezugspunkte vertreten sind).
  3. Ausgabe der beliebigen Bereiche im Geo-Informationssystem: wenn die auszugebenden Bereiche durch Konturelemente oder Koordinaten der Eckpunkte definiert sind, können Elemente innerhalb der Bereiche durch Zuordnung selektiert und ausgegeben werden.

## Literatur

Bartsch, H., 1984. Taschenbuch mathematischer Formeln. Verlag Harri Deutsch. Thun und Frankfurt/Main, S. 221-231.

Schilcher, M., 1991. Geo-Informatik. Siemens Nixdorf Informationssysteme AG, München, S. 137-146.