

Heft 11
Schriftenreihe der
ArgeFlurb

zugleich
Mitteilung aus dem
Institut für Kartographie
und Topographie
der Universität Bonn

**Automationsgestützte
Wert- und Zuteilungs-
berechnung in der
Flurbereinigung**

von
Hans - Gerd Riemer

**ARBEITSGEMEINSCHAFT
FLURBEREINIGUNG**

**ARGE
FLURB**

ISSN 0174-1373

Heft 11
Schriftenreihe der
ArgeFlurb

zugleich
Mitteilung aus dem
Institut für Kartographie
und Topographie
der Universität Bonn

D 5

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des
Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) der
Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

Referent: Professor Dr.-Ing. A. Heupel
Korreferent: Ltd. Reg.-Verm.-Dir. Dr.-Ing. E. Weiß

Tag der mündlichen Prüfung: 21. 2. 1983

Heft 11
Schriftenreihe der
ArgeFlurb

zugleich
Mitteilung aus dem
Institut für Kartographie
und Topographie
der Universität Bonn

**Automationsgestützte
Wert- und Zuteilungs-
berechnung in der
Flurbereinigung**

von
Hans-Gerd Riemer

**ARBEITSGEMEINSCHAFT
FLURBEREINIGUNG**

**ARGE
FLURB**

ISSN 0174-1373

Alle Rechte, auch die der fotomechanischen Vervielfältigung
und des auszugsweisen Nachdrucks, vorbehalten.

Druck:

Landesamt für Flurbereinigung und Siedlung Baden - Württemberg,
Stuttgart 1984

Satz und Gestaltung:

Institut für Kartographie und Topographie
der Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Universität Bonn

ISSN 0174-1373

Geleitwort

Seit die Flurbereinigungsingenieure automatisierte Datenverarbeitung betreiben, ist es ein Wunschtraum, die bodenordnerische Neugestaltung des Flurbereinigungsgebietes mit Hilfe des Computers entwerfen zu lassen.

Lange Zeit blieb jedoch der Kernbereich der Bodenordnung von der Automatisierung ausgespart, weil die Zusammenlegung des Grundbesitzes nach neuzeitlichen betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten und seine zweckmäßige Neugestaltung nach Lage, Form und Größe sehr komplexe Vorgänge sind und auch die Leistungsfähigkeit der Computer zunächst für eine praktikable Lösung nicht ausreichte. Die Einhaltung der Vorschriften des § 44 FlurbG und die Berücksichtigung der Anhörung der Teilnehmer über ihre Wünsche zur Abfindung sind weitere Bedingungen, die die Realisierung eines automatisch erstellten Zuteilungsentwurfes erschweren.

Erste wertvolle Erkenntnisse brachten die Untersuchungen von Dr. Klempert und von Dr. Kropff, die in der Schriftenreihe für Flurbereinigung des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Heft 62 und Heft 65, veröffentlicht sind. Die Arbeitsgruppe Automation der ArgeFlurb kam schließlich bei der Diskussion über die Möglichkeiten einer automatisierten Bearbeitung des Zuteilungsentwurfes zu dem Ergebnis, daß ein vollautomatisch erstellter Neuverteilungsplan in absehbarer Zeit nicht zu realisieren sei. Wohl aber könne sich der planende Flurbereinigungsingenieur bei seinen gestalterischen Überlegungen durch den Computer unterstützen lassen, indem er diesem routinemäßige Rechengänge überträgt oder sogar Alternativlösungen vorgibt und berechnen läßt.

Dr. Riemer beschreibt in seiner nachfolgend gedruckten Dissertation den Weg, der in die aufgezeigte Richtung führt. Gleichzeitig stellt er ein im Rahmen seiner Promotion entwickeltes Programmsystem zur automationsgestützten Wert- und Zuteilungsberechnung in der Flurbereinigung vor. Dieses leistet weit mehr als aus dem Titel zu schließen ist.

Das Programmsystem bindet an die automatisierte Berechnung der Blockflächen an. An einem leistungsfähigen Rechner der mittleren Datentechnik, der sich auch zum dezentralen Einsatz eignet, werden die Umringsgrenzen der Blöcke und der Klassenabschnitte digitalisiert. Fehlermeldungen mahnen zur sofortigen interaktiven Korrektur. Aus den aufgebauten Dateien wird vollautomatisch das Blockteilverzeichnis mit Lamellen gleicher Breite abgeleitet. Die Dateien bieten die Grundlage für die wesentliche Neuerung des Programmsystems, nämlich die automatisierte Zuteilungsberechnung. Das Programm berechnet bei Vorgabe der Werte und der Zuteilungsrichtungen die Flächen der Abfindungen und die Absteckungsmaße. Die interaktive und rasche Berechnung von Alternativlösungen erlaubt dem planenden Ingenieur, seinen Neuverteilungsentwurf zu optimieren. Nach manueller Eingabe weiterer Informationen, z.B. der Bestandsnummern, entsteht automatisch das neue Bestandsverzeichnis.

Von Vorteil für die Teilnehmer ist, daß sie nicht nur rascher ihren Auszug aus dem Flurbereinigungsplan erhalten, sondern auch früher in den Besitz der neuen Grundstücke eingewiesen werden können. Die weitere Erprobung und schließlich die Anwendung des Programmsystems dienen der Beschleunigung des Verfahrensablaufs. Sie liegen somit im unmittelbaren Interesse der Teilnehmer.

München, im November 1983



Leitender Ministerialrat
Dipl.-Ing. Kurt Zippelius
Vorsitzender der Arbeitsgruppe
Automation der ArgeFlurb

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Universität Bonn.

Mein besonderer Dank gilt meinem akademischen Lehrer, Herrn Professor Dr. -Ing. Aloys Heupel, für seine kritische Betreuung und großzügige Förderung. Ohne die Freiheit, die er mir bei meiner Forschungstätigkeit gewährte, wäre die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen. Danken möchte ich weiter dem Lehrbeauftragten für besondere Probleme der Flurbereinigung, Herrn Leitenden Regierungsvermessungsdirektor Dr. -Ing. Erich Weiß, für die freundliche Übernahme des Korreferats und die vielfältigen Hinweise, die wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben. Herrn Professor Dr. -Ing. Dietrich Morgenstern bin ich für seine ständige Diskussionsbereitschaft und kritische Würdigung zu Dank verpflichtet.

In die Dissertation sind auch umfangreiche Erfahrungen unmittelbar aus der Praxis eingeflossen. Danken möchte ich insbesondere dem Leiter des Amtes für Agrarordnung Aachen, Herrn Leitenden Regierungsvermessungsdirektor Müller, und seinen Mitarbeitern für ihre frühzeitige Zustimmung zur praktischen Erprobung des Verfahrens und ihre Gesprächsbereitschaft bezüglich der Problemanalyse. Großen Anteil an der Praxisorientierung haben auch Herr Leitender Regierungsvermessungsdirektor Dörbecker und Herr Oberregierungsvermessungsrat Langhorst vom Landesamt für Agrarordnung Nordrhein - Westfalen – Technische Zentralstelle Köln.

Für die Hilfestellung bei der technischen Realisierung gilt mein Dank darüber hinaus allen Kollegen, Mitarbeitern und Diplomanden, ohne deren Beiträge die umfangreiche Aufgabe nicht hätte bewältigt werden können.

Danken möchte ich schließlich meinem Vater für den Anstoß zu der Problemstellung und die begleitenden Ratschläge sowie meiner Frau für ihre Ermutigungen und die tatkräftige Mithilfe.

Hans - Gerd Riemer

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Einleitung	9
2	Funktionen der Wert- und Zuteilungsberechnung in einem Flurbereinigungsverfahren	11
2.1	Wertermittlung	11
2.2	Wertberechnung im alten und neuen Bestand	12
2.3	Zuteilungsentwurf	17
2.4	Zuteilungs- und Absteckungsberechnung	18
3	Konventionelle Methode und vorliegende Automationsansätze	20
3.1	Geräte und Verfahren zur Flächenermittlung aus Karten	20
3.1.1	Graphisch - manuelle Verfahren	20
3.1.2	Einsatz registrierender Flächenermittlungsgeräte	20
3.1.3	Digitalisierung und Flächenberechnung aus Koordinaten	21
3.2	Gegenüberstellung des Zeitaufwands für die Wertberechnung bei den einzelnen Verfahren	22
3.3	Charakteristika der konventionellen Methode	23
3.4	Bisherige Lösungsansätze für eine integrative Bearbeitung der Wertberechnungsphasen	24
3.4.1	Verknüpfung der Wertberechnungen im alten und neuen Bestand	24
3.4.2	Verknüpfung der Wertberechnung im neuen Bestand mit der Zuteilungsberechnung	27
4	Konzeption eines Systems zur integrativen Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung	30
4.1	Leistungsanforderungen	30
4.1.1	Integration in die Automationskette	30
4.1.2	Widerspruchsfreie Datenerfassung	30
4.1.3	Unterstützung des Planungsvorganges	31
4.1.3.1	Rechnergestützte Planung	31
4.1.3.2	Lamellenbildung	32
4.1.4	Durchgängige Automatisierung der Zuteilungsberechnung	32
4.1.4.1	Parallelzuteilung	32
4.1.4.2	Parallelzuteilung mit Trumpfgrenze	33
4.1.4.3	Durch Punkte bzw. Maße festgelegte Zuteilung	34
4.1.4.4	Verschwenkte Zuteilung	34
4.1.4.5	Einlegen von Wegen oder polygonalen Grenzen nach Werten	35
4.1.4.6	Blockübergreifende Zuteilung	36
4.1.5	Fortführungsfähigkeit	37
4.1.5.1	Koordinatenänderung	37
4.1.5.2	Einfügen von Blockgrenzpunkten	38
4.1.5.3	Eliminieren von Blockgrenzpunkten	39
4.1.5.4	Änderung der Blockeinteilung	39
4.1.5.5	Änderung des Klassennetzes	40
4.1.6	Interaktionsfähigkeit	41
4.2	Grobkonzept	43

	<i>Seite</i>
5 Realisierungsvorschläge für einige Problemfelder	45
5.1 Digitalisierungsverfahren	45
5.1.1 Offline - Digitalisierung	46
5.1.1.1 Maschenorientiertes Verfahren	46
5.1.1.2 Segmentorientiertes Verfahren	47
5.1.1.3 Linienorientierte Verfahren	49
5.1.2 Online - Digitalisierung	50
5.1.2.1 Verfahrensvorschlag: Erweiterte maschenorientierte Online - Digitalisierung	51
5.1.2.2 Alternative: Verprobte linienorientierte Online - Digitalisierung	54
5.2 Datenspeicherung	54
5.3 Auswertalgorithmen	61
5.3.1 Lamellenalgorithmus	62
5.3.2 Parallelzuteilungsalgorithmus	64
6 Implementierung des Systems	65
6.1 Hard- und Softwarevoraussetzungen	65
6.2 Aufbau des Programmsystems	67
6.3 Praktische Erprobung	67
7 Zusammenfassung	72
Literaturverzeichnis	74
Verzeichnis der Anlagen	81

1 Einleitung

Automatische bzw. automationsgestützte Verfahren lassen sich wirtschaftlich da einsetzen, wo in größerem Umfang gleichartige Arbeiten anfallen. Im Vermessungswesen trifft diese Voraussetzung insbesondere auf Flurbereinigungsverfahren zu. Insofern ist es nicht verwunderlich, daß die Flurbereinigung seit jeher eng mit dem Einsatz moderner Technologien verknüpft ist. So sind eine Reihe von Neuentwicklungen, die breiten Eingang in die Vermessungspraxis gefunden haben, von Flurbereinigungsfachleuten initiiert worden. Beispielfürhaft kann dabei auf die Code-Theodolite als Vorläufer der Registriertachymeter, auf die ersten automatischen Zeichenmaschinen oder das elektronische Planimeter Z 80 von ZUSE verwiesen werden [Schrader 1971b, Abb 1975].

Der hohe Innovationsgrad bei der Bearbeitung von Flurbereinigungsverfahren wird deutlich an der Vielzahl von Einzelschritten, die bereits einer automatischen bzw. automationsgestützten Bearbeitung zugeführt worden sind. So erfolgt z.B. die Führung der zahlreichen Register, etwa des Eigentümerverzeichnisses, seit langem mit Hilfe zentraler Datenverarbeitung. Registriertachymeter, aber auch analytische photogrammetrische Auswertegeräte lassen die automatische Koordinierung aufgemessener Punkte zu; zusammen mit den modernen Präzisionszeichenmaschinen ist ein durchgängiger Datenfluß von der Aufnahme bis zur Zuteilungskarte realisiert. In der Vergangenheit ist das Netz dieser Einzelmaßnahmen immer enger geknüpft worden mit dem Ziel, eine weitgehendst geschlossene Automationskette für den Verfahrensablauf zu erlangen [z.B. Schuller 1968, Lang 1972, Engel 1974, Batz 1976, Ebner und Reiß 1980].

Während alphanumerische Aufgabenstellungen fast vollständig in die angestrebte Automationskette integriert sind, ist diese für die Verarbeitung graphischer Informationen noch sehr lückenhaft. Neben die reine Präsentation numerisch bestimmter Daten in Form einer automatischen Kartierung sind erst in jüngster Zeit Ansätze zur Anwendung interaktiver Methoden auf weitergehende Problemstellungen getreten [ArgeFlurb 1979a, b, Zippelius 1980, Braumiller 1981].

Insbesondere die Wert- und die Zuteilungsberechnung sind zur Zeit nur rudimentär automatisiert. Zwar sieht z.B. die „Anweisung für die Durchführung der Flurbereinigung im Lande Nordrhein-Westfalen“ die automa-

tionsgestützte Klassenabschnitts- und Wertberechnung und die maschinelle Zuteilungsberechnung ausdrücklich vor [FlurbAnw NW 12], bislang gibt es aber noch kein System, das dieser Zielvorstellung entspricht. Auch wenn elektronische Planimeter oder Digitizer zum Einsatz kommen, bleiben die konventionellen Arbeitsmethoden weitgehend bestehen: Es wird lediglich die rein manuelle Vorgehensweise simuliert. Charakteristisch hierfür ist, daß die Ergebnisse der Wertberechnung für die weiteren Bearbeitungsschritte nur in Listenform Verwendung finden. Bei Fortführungen und bei der Zuteilungsberechnung muß eine erneute Datenerfassung erfolgen.

Diese Lücke in der Automationskette ist vor allem aus zwei Gründen hinderlich:

- Die Absteckung der neuen Grenzen ist durch die vorläufige Besitzeinweisung an feste Termine gebunden, so daß nach Vorliegen des Flurbereinigungsplanes für die konventionell sehr zeitaufwendige Zuteilungsberechnung immer Zeitdruck besteht.
- Zahlreiche Untersuchungen beschäftigen sich mit der Automatisierung des Planungsvorganges in der Flurbereinigung, also mit der automatischen bzw. automationsgestützten Erstellung des Zuteilungsentwurfes [Hupfeld 1971, Schrader 1971a, Pelzer 1972, Klempert 1974, Kropff 1977, Güttler 1979, Vos 1981]. Voraussetzung hierfür ist die Einbeziehung der Wert- und der Zuteilungsberechnung in den Datenfluß.

Es ist Ziel dieser Arbeit, die bei der Auswertung der Zuteilungskarten aufgezeigte Lücke in der Automationskette zu schließen. Dadurch soll der gerade in jüngster Zeit von Politikern erhobenen Forderung nach Verkürzung der Durchführungsphase Rechnung getragen werden und von langwierigen Routinearbeiten befreites Personal Zeit „für eine gründliche Planung und für das Gespräch mit den Betroffenen“ gewinnen [Eisenmann 1981, S. 22].

Hierzu werden nach Erläuterung der Funktionen von Wert- und Zuteilungsberechnung im Verfahrensablauf der Flurbereinigung die konventionelle Vorgehensweise analysiert und vorliegende Konzeptionen zur Automatisierung diskutiert. Daraus lassen sich die Anforderungen an eine automationsgestützte Lösung entwickeln und ein Grobkonzept ableiten.

Anschließend werden für die Hauptproblemfelder ‚Datenerfassung‘, ‚Datenspeicherung‘ und ‚Auswertealgorithmen‘ detailliertere Lösungsvorschläge unterbreitet. Anhand der Auswahl des für die vorliegende Anwendung geeignetsten Digitalisierverfahrens aus den sich anbietenden Alternativen läßt sich das bei der Systementwicklung zugrunde gelegte Prinzip der Interaktion zwischen Mensch und Automat mit der sich dabei ergebenden Funktionstrennung und möglichen Plausibilitätskontrollen exemplarisch verdeutlichen. Bei den sehr komplexen Auswertealgorithmen ist insbesondere das Zeitverhalten zu berücksichtigen. Wegen der Fülle der

erforderlichen Einzelfunktionen können allerdings nur einige Grundzüge dargestellt werden.

Im letzten Kapitel wird die Implementierung des aus den Analysen auf der Basis des Grobkonzepts entwickelten komplexen Programmsystems zur automationsgestützten Wert- und Zuteilungsberechnung beschrieben. Aussagen über die Funktionstüchtigkeit und Wirtschaftlichkeit lassen sich aus einer praktischen Erprobung gewinnen, in der ein 2267 ha großes Flurbereinungsverfahren vollständig mit der vorgeschlagenen Methode bearbeitet wurde.

2 Funktionen der Wert- und Zuteilungsberechnung in einem Flurbereinigungsverfahren

Flurbereinigung hat die Neuordnung des ländlichen Grundbesitzes mit dem Ziel der Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Land- und Forstwirtschaft sowie der Förderung der allgemeinen Landeskultur und der Landentwicklung zum Inhalt [*§ 1 FlurbG*]. Zur Erreichung dieses Ziels ist es erforderlich, die Eigentumsverhältnisse am Grund und Boden im Flurbereinigungsgebiet neu zu ordnen. OSTHOFF weist darauf hin, daß bei älteren Flurbereinigungen im Realteilungsgebiet des Rheinlandes, die vor 1920 durchgeführt worden sind, nur ca. 25 % des Bodens den Besitzer wechselte, während der entsprechende Prozentsatz seit den fünfziger Jahren bei über 75 % liegt [*Osthoff 1959*]. Diese Neuordnung darf nur im Rahmen der Eigentumsgarantie des Grundgesetzes (Artikel 14) erfolgen. Entsprechend groß ist die Bedeutung der Wertermittlung für den eingebrachten Altbesitz und die neu zuzuweisenden Flächen.

Nach § 44 Abs. 1 Satz 1 FlurbG ist daher konkret jeder Teilnehmer für seine Grundstücke unter Berücksichtigung der nach § 47 FlurbG für gemeinschaftliche und öffentliche Anlagen vorgenommenen Abzüge mit Land von gleichem Wert abzufinden. Es muß demnach entsprechend § 27 FlurbG der Wert der Grundstücke eines Teilnehmers im Verhältnis zu dem Wert aller Grundstücke des Flurbereinigungsgebietes bestimmt werden. Der im Flurbereinigungsverfahren zu ermittelnde Wert ist demzufolge nicht als absolute Größe anzusehen, die sich durch einen bestimmten Geldbetrag quantifizieren läßt, maßgeblich ist vielmehr der relative, auf die spezifischen Verhältnisse des Flurbereinigungsgebietes bezogene Wert eines Grundstücks, der sogenannte Tauschwert [*ArgeFlurb 1982*]. Dabei richtet sich der Wert der landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Regel nach dem Nutzen, für Bauflächen und Bauland ist der Verkehrswert zugrunde zu legen [*§§ 28 und 29 FlurbG*].

Um dem Grundsatz der wertgleichen Abfindung zu genügen, ist also zunächst eine Wertermittlung für alle Flächen eines Flurbereinigungsgebietes erforderlich. Es müssen die Werte für den Altbesitz jedes Teilnehmers und nach Vorliegen des neuen Wege- und Gewässernetzes die für die Zuteilung zur Verfügung stehenden Werte der Blöcke des neuen Bestandes berechnet werden. Nach Feststellung der Abzüge sind schließlich die neuen Flurstücke in Abhängigkeit vom Zuteilungsanspruch nach Werten zuzuteilen.

2.1 Wertermittlung

Zur Problematik der Wertermittlung für landwirtschaftlich genutzte Grundstücke liegen zahlreiche Untersuchungen vor [z.B. *Rothkegel 1952, Lang 1958, Hahn 1960, Leikam 1960, Meimberg 1968, Klempert 1974, Weiß 1979, Schwarzkopf 1979, Weiß 1982*]. Eine aktuelle Übersicht findet sich in [*ArgeFlurb 1982*]. Aus diesem Grunde soll in der vorliegenden Arbeit lediglich soweit zur Begriffsklärung erforderlich auf die zur Anwendung kommenden Verfahren zur Ermittlung des Tauschwertes einer landwirtschaftlichen Fläche eingegangen werden.

In der überwiegenden Anzahl der Bundesländer erfolgt die Wertermittlung mit Hilfe der sogenannten Typen- oder Rahmenschätzung [*AtVF 1964*]. Dabei wird ein für das jeweilige Flurbereinigungsgebiet gültiger Wertermittlungsrahmen aufgestellt, der das Wertverhältnis der verschiedenen Bodenqualitäten zueinander festlegt und durch Klassenbildung eine Abstufung zwischen höchster und niedrigster Ertragsfähigkeit aufweist. Das Tauschverhältnis ist im Wertermittlungsrahmen durch die sogenannte Wertverhältniszahl bestimmt, die als Wertzahl je Ar die Wertrelation normierter Flächen widerspiegeln soll [*FlurbAnw NW 12*].

Zur Begriffsklärung sei darauf hingewiesen, daß im Fachwörterbuch „Benennungen und Definitionen im deutschen Vermessungswesen, Heft 14, Flurbereinigung (FIG-D 14)“ eine umgekehrte Definition von ‚Wertzahl‘ und ‚Wertverhältniszahl‘ erfolgt, die sich auch in der Fachliteratur häufig findet. Darin wird ‚Wertzahl‘ erläutert als: „Der in einer Zahl ausgedrückte Tauschwert einer Fläche. Die Wertzahl gibt das Wertverhältnis an, in dem gleich große Flächen zueinander stehen“ [*FIG-D 14.159*]. Bezüglich ‚Wertverhältniszahl‘ gibt das Fachwörterbuch folgende Erklärung: „Das Produkt aus Wertzahl und Flächengröße (1/10 Ar); es drückt das gegenseitige Wertverhältnis der Flurstücke innerhalb des Flurbereinigungsgebietes aus“ [*FIG-D 14.158*]. Diese Definitionen erscheinen aber wegen der im Wortteil ‚Verhältnis‘ implizierten Normierung weniger stringent. Da sich zudem die in dieser Arbeit vorgeschlagene Konzeption vorrangig an den Belangen Nordrhein-Westfalens orientiert, soll hier auch der Sprachgebrauch der „Flurbereinigungsanweisung NW“ Anwendung finden.

In Nordrhein-Westfalen ist der Wertermittlungsrahmen in die

Wertmerkmale	mit den Schlüsselzahlen
Hof- und Gebäudeflächen	1
Ackerland/Grünland	3
bedingtes Grünland/Wiese	4
Wald	5
Bauflächen	6
Flächen mit Sonderwerten	7

unterteilt [*FlurbAnw NW 5.1 – 2.3*]. Innerhalb der Wertmerkmale können bis zu 10 Klassen gebildet werden. In der Tabelle ist beispielhaft ein Wertermittlungsrahmen dargestellt. Die Verschlüsselung einer Wertstufe, die sogenannte Klassenbezeichnung, erhält man durch Kombination der Schlüsselzahlen für das Wertmerkmal und die Klasse. So hat die 2. Wald-Klasse die Klassenbezeichnung 52 und in dem dargestellten Wertermittlungsrahmen die Wertverhältniszahl 12, entsprechend die 10. Acker-/Grünland-Klasse die Klassenbezeichnung 310 und die Wertverhältniszahl 1.

Bei der Wertermittlung für die Flurstücke des Flurbereinigungsgebietes wird dann jede Fläche in eine Klasse des zutreffenden Wertmerkmals eingestuft. Die dabei festzulegenden Grenzen der einzelnen Klassen fallen häufig nicht mit den Flurstücksgrenzen zusammen. Es entsteht also ein mehr oder weniger eigenständiges Netz der Klassengrenzen, in dem jeder Fläche eine Klassenbezeichnung als Qualitätsmerkmal zugeordnet ist. Ein solches Klassennetz ist in Abbildung 1 ausschnittsweise wiedergegeben. Die in die Flächen eingetragenen Zahlen sind die jeweiligen Klassenbezeichnungen.

Ohne einen räumlichen Bezug ist das Klassensystem allerdings nicht nutzbar. Die lagemäßige Festlegung erfolgt daher in sogenannten Wertermittlungskarten, die auf der Grundlage der vorliegenden Flurkarten des

Liegenschaftskatasters erstellt werden. Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt aus einer solchen Wertermittlungskarte, die eine Kombination des Klassennetzes aus Abbildung 1 mit der entsprechenden Flurkarte darstellt. Das Flurstückssystem ist, wie bei Flurkarten üblich, durchgezogen, das Klassensystem durch Strichpunktierung bzw. bei Übereinstimmung mit Flurstücksgrenzen durch Abschlängelung gekennzeichnet. Es wird deutlich, daß lediglich ein Teil der Klassengrenzen mit Flurstücksgrenzen zusammenfällt.

Ein anderes Wertermittlungsverfahren, die Vergleichsschätzung, kommt in Bayern zur Anwendung. Die Wertermittlung erfolgt durch Vergleich mit über das gesamte Gebiet verteilten Musterstücken. Dabei wird unmittelbar eine Wertverhältniszahl zugewiesen. Es kommt also nicht zu einer Klassenbildung, so daß sich in der Wertermittlungskarte an Stelle der Klassenbezeichnungen Wertverhältniszahlen finden [*Jordan, Eggert, Kneissl 1967*].

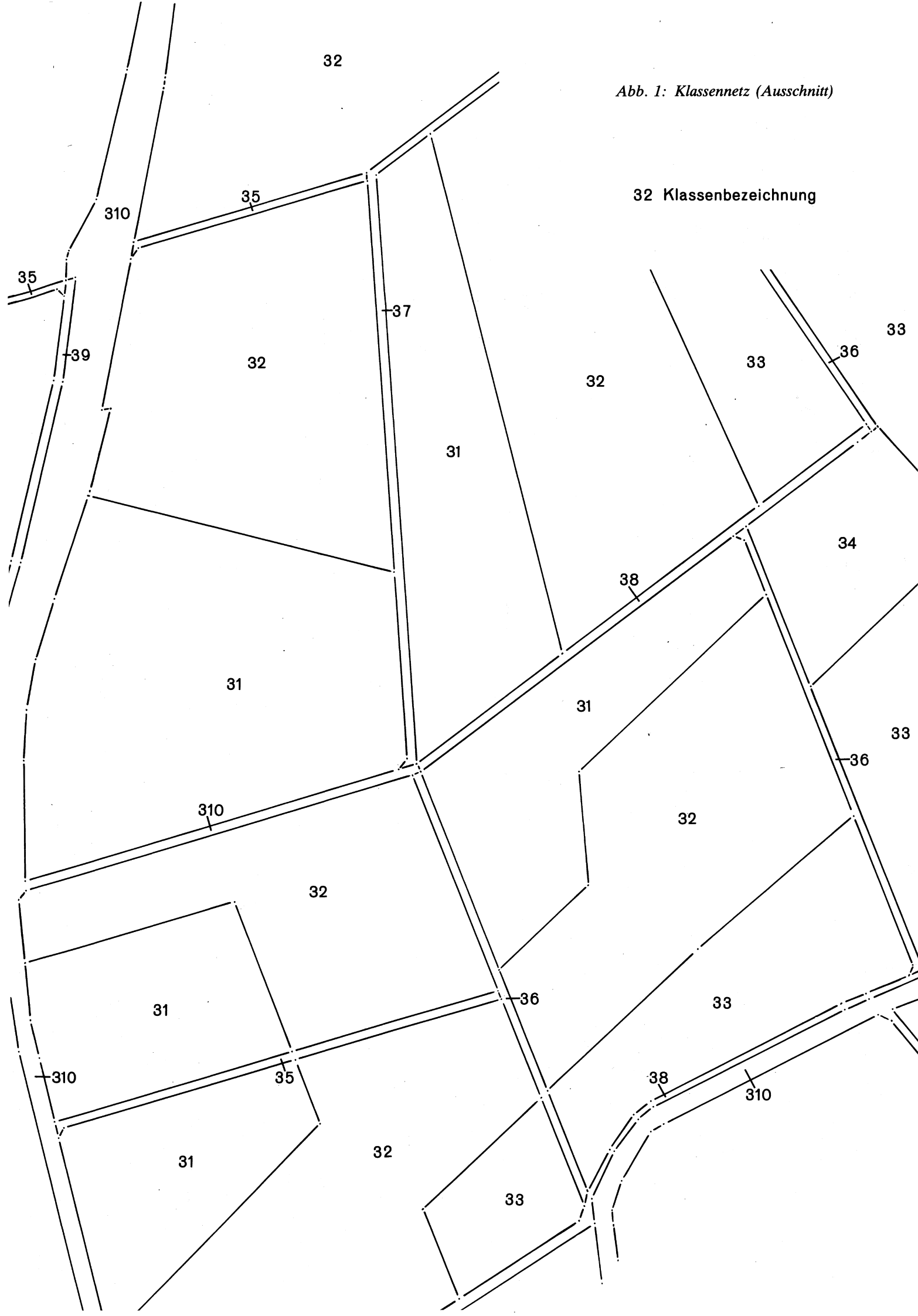
2.2 Wertberechnung im alten und neuen Bestand

Nach Vorliegen der Wertermittlungsergebnisse in Kartenform können die weiteren Schritte auf die Auswertung der in den Karten enthaltenen Informationen zurückgeführt werden. Dabei sind ein Messen und Berechnen der zu einer Klasse gehörenden Teilflächen (Klassenabschnitte) und die nachfolgende Multiplikation mit der entsprechenden Wertverhältniszahl erforderlich. Die „Flurbereinigungsanweisung NW“ benennt diese Maßnahmen mit ‚Klassenabschnittsberechnung‘ und ‚Wertberechnung‘ [*FlurbAnw NW 12*]. Davon abweichend soll in dieser Arbeit der Begriff ‚Wertberechnung‘ als Oberbegriff verwendet werden und den Vorgang der Flächenermittlung mit umfassen.

Wertmerkmale		Klassen									
Bezeichnung	Schlüsselzahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wertverhältniszahlen (Wertzahlen je Ar)											
Hof- und Gebäudeflächen	1	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ackerland/Grünland	3	44	42	39	36	32	27	22	16	8	1
bedingtes Grünland/Wiese	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wald	5	20	12	8	—	—	—	—	—	—	—
Bauflächen	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Flächen mit Sonderwerten	7	440	390	290	240	130	80	50			

Tabelle: Wertermittlungsrahmen der Flurbereinigung Rath

Abb. 1: Klassennetz (Ausschnitt)



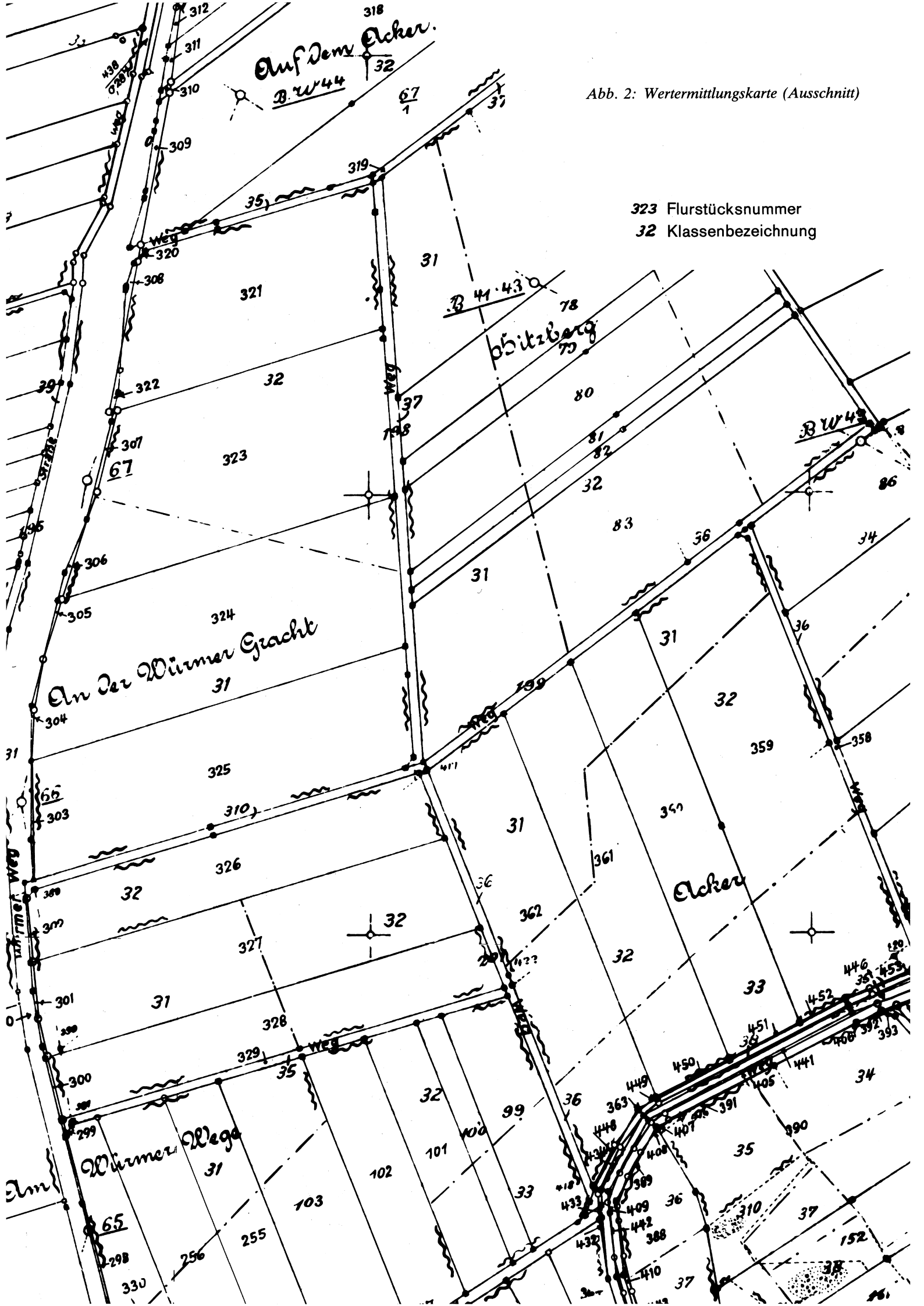


Abb. 2: Wertermittlungskarte (Ausschnitt)

323 Flurstücksnummer
32 Klassenbezeichnung

Abb. 3: Kartierung der Blockgrenzen (Ausschnitt)

19 Blocknummer

12 13 14 15 17 18 19 20 21

Weg Graben EK 16 (geplant) Weg Weg

P 1 P 1 P 2 P 2

5878

Abb. 3: Kartierung der Blockgrenzen (Ausschnitt)

19 Blocknummer

12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

Weg Graben

P 1 P 2

5878

EK 16 (geplant)

[illegible]

Abb. 3: Kartierung der Blockgrenzen (Ausschnitt)

19 Blocknummer

12 15 17 21 14 Ek 16 (geplant) 18 Weg 19 20 Weg 5878 12 13 Graben Weg

P 1 P 1 P 2 P 2

Abb. 3: Kartierung der Blockgrenzen (Ausschnitt)

19 Blocknummer

12 13 14 15 17 18 19 20 21

Weg Graben EK 16 (geplant) Weg Weg Weg

P 1 P 1 P 2 P 2

5878

Abb. 3: Kartierung der Blockgrenzen (Ausschnitt)

19 Blocknummer

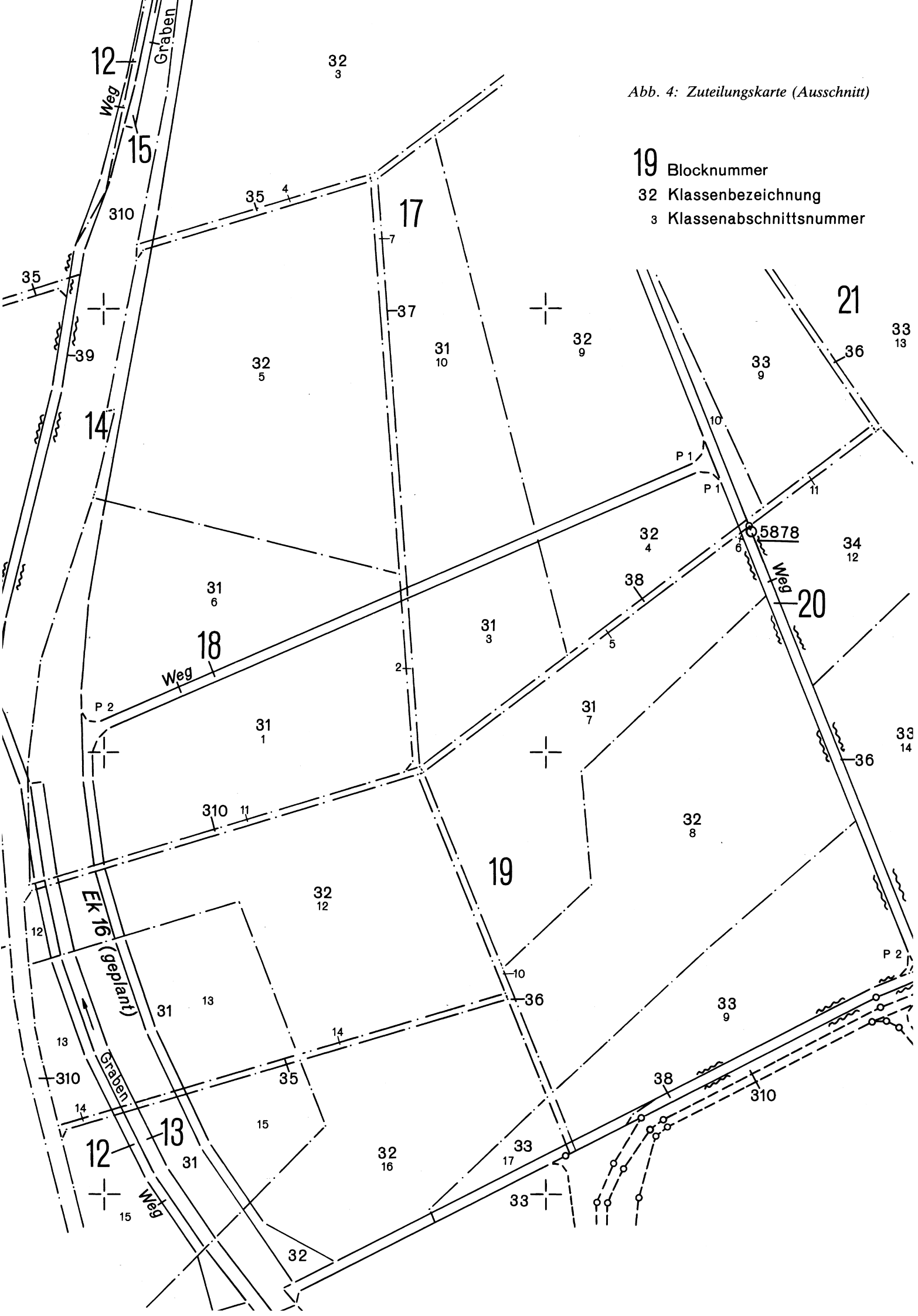
12 13 14 15 17 18 19 20 21

Weg Graben EK 16 (geplant) Weg Weg Weg

P 1 P 1 P 2 P 2

5878

Abb. 4: Zuteilungskarte (Ausschnitt)



Um der Bedingung der wertgleichen Abfindung zu genügen, müssen Werte in verschiedenen Phasen eines Flurbereinigungsverfahrens bestimmt werden. Die Wertberechnung im alten Bestand dient zur Feststellung der Einlagewerte der Teilnehmer. Es wird dabei also der Wert der in das Flurbereinigungsverfahren eingebrachten Flurstücke erhalten. Hierzu muß der Flächeninhalt der durch Überlagerung der Flurstücke mit dem Klassennetz entstehenden Flurstücksteilflächen (Klassenabschnitte) bestimmt werden. In dem Flurstück 361 aus Abbildung 2 ist demnach beispielsweise eine Flächenermittlung für 3 Klassenabschnitte erforderlich. Nach Abstimmung auf die sich aus dem Liegenschaftskataster ergebende Sollfläche, Multiplikation der Klassenabschnittsflächen mit der jeweiligen Wertverhältniszahl und Aufsummation liegt der Wert eines Flurstücks vor. Die Aufsummation der Werte aller Flurstücke eines Teilnehmers ergibt dessen Einlagewert. Die Einlagewerte aller Teilnehmer bilden die Einlagemasse.

Nach der koordinatenmäßigen Festlegung und der automatischen Kartierung des neuen Wege- und Gewässernetzes sowie der bedingten Grenzen – in Abbildung 3 ist ein Abbildung 2 entsprechender Ausschnitt dargestellt – muß eine Wertberechnung für die Blöcke des neuen Bestandes durchgeführt werden, um die für die Abfindung zur Verfügung stehenden Werte, die Verteilungsmasse, zu erhalten. Dazu sind zunächst die Klassengrenzen aus den Wertermittlungskarten in die Kartierungen der Blockgrenzen zu übernehmen. Da die vorliegenden Flurkarten des Liegenschaftskatasters und damit auch die Wertermittlungskarten in der Regel nicht auf dem heutigen Koordinatensystem beruhen, muß die Übertragung mittels identischer Punkte vorgenommen werden. Bei manueller Eintragung der Klassengrenzen erfolgt eine lokale Einpassung zur Verringerung der Klaffungen. Ebenfalls gebräuchlich ist die photomechanische Entzerrung [Klempert 1974].

In Abbildung 4 ist ein Ausschnitt aus einer solchen durch automatische Kartierung der Blockgrenzen und manuelle Übertragung der Klassengrenzen entstandenen Zuteilungskarte dargestellt. Es handelt sich dabei offensichtlich um die Kombination des Klassennetzes aus Abbildung 1 mit den Blockgrenzen aus Abbildung 3. Die Wertberechnung im neuen Bestand läßt sich dann auf die Bestimmung des Flächeninhalts der aus dieser Überlagerung der Blockgrenzen mit den Klassengrenzen resultierenden Klassenabschnitte zurückführen. Durch Verwertung und Aufsummation erhält man die Wertzahl eines Blocks, die im sogenannten Blockverzeichnis

nachgewiesen wird. Nach Ermittlung der für gemeinschaftliche und öffentliche Anlagen bzw. gegebenenfalls für Unternehmen benötigten Werte kann das Abzugsverhältnis und durch entsprechende Anwendung auf die Einlagewerte der Abfindungsanspruch jedes Teilnehmers berechnet werden.

2.3 Zuteilungsentwurf

Im Zuteilungsentwurf werden die Abfindungsansprüche der Teilnehmer planerisch realisiert, d.h. innerhalb eines oder mehrerer Blöcke zugewiesen. Dabei sind neben der Forderung nach wertgleicher Abfindung, aus der die Notwendigkeit zur Zuteilung nach Werten resultiert, in § 44 FlurbG weitere Abfindungsgrundsätze genannt:

- Abwägung der betriebswirtschaftlichen Verhältnisse aller Teilnehmer gegeneinander;
- Berücksichtigung aller Umstände, die auf Ertrag, Benutzung und Verwertung der Grundstücke wesentlichen Einfluß haben;
- Landabfindung in möglichst großen Grundstücken;
- Übereinstimmung der Landabfindung jedes Teilnehmers mit seinem Altbesitz in
 - Nutzungsart,
 - Beschaffenheit,
 - Bodengüte,
 - Entfernung vom Wirtschaftshof oder von der Ortslage.

Aus den in § 37 Abs. 1 und 2 FlurbG aufgeführten Grundsätzen zur Neugestaltung des Flurbereinigungsgebietes sowie den obigen konkreten Anforderungen nach § 44 FlurbG ergeben sich Zielkonflikte, die die Planung so komplex machen und dazu führen, daß es nicht eine richtige, sondern eine Vielzahl von mehr oder weniger guten Lösungen gibt. Die Komplexität schlägt sich zutreffend in den Anforderungen nieder, die KLEMPERT an den Planer stellt: „Der Planer insbesondere muß in der Lage sein, flurbereinigungstechnische, raumordnerische, verkehrliche, kommunale, erschließungstechnische, landwirtschaftlich betriebstechnische, forstwirtschaftliche, ökologische, landschaftspflegerische, umweltschützerische, volkswirtschaftliche, rechtliche und geodätisch-mathematische Aufgaben in bezug auf Art, Umfang, Bedeutung und Folgerungen zu erkennen und zu meistern“ [Klempert 1974, S. 141].

Innerhalb eines Blocks werden in der Regel mehrere Flurstücke ausgewiesen. Um die obigen Gesichtspunkte berücksichtigen zu können, muß die Lage der meisten Flurstücksgrenzen aus den zuzuteilenden Werten zumindest näherungsweise ermittelt werden. Diese erhält man graphisch-iterativ durch Schätzen einer Grenze, durch überschlägliche Flächenermittlung für die von ihr geschnittenen Klassenabschnittsteile sowie durch deren Verwertung und Aufsummation zusammen mit den aus dem Blockverzeichnis ersichtlichen Flächen und Werten der nicht geschnittenen Klassenabschnitte. Gegebenenfalls ist ein Verschieben der Grenze mit nachfolgender Wiederholung der übrigen Arbeitsschritte erforderlich.

Da sich der Zuteilungsentwurf nicht in eindeutig abgrenzbare Teilprobleme aufspalten läßt, sondern sowohl sich gegenseitig bedingende als auch sich gegenseitig ausschließende Elemente beinhaltet, ist eine Abänderung bereits zugeteilter Gebiete nicht zu verhindern. Die überschlägliche Wertberechnung während des Zuteilungsentwurfs fällt also nicht nur einmal, sondern mehrfach für das Flurbereinigungsgebiet an.

Hierzu lassen auch die vorliegenden Ansätze zur rechnerunterstützten Erarbeitung des Zuteilungsentwurfs [Hupfeld 1971, Schrader 1971a, Pelzer 1972, Klempert 1974, Kropff 1977, Güttler 1979, Vos 1981] vorerst keine Änderung erwarten. Mathematisch kann die Erstellung des Zuteilungsentwurfs als Optimierungsproblem angesehen werden. Um dieses Problem allerdings einer rechnerischen Bearbeitung zuführen zu können, müssen sämtliche planungsrelevanten Faktoren zu einer Zielfunktion zusammengefaßt werden. Dies bedingt zunächst eine vollständige Erfassung der wirksamen Faktoren. Anschließend müssen diese in Form einer Funktion als Ziel definiert werden. Die Gewichtung der Einzelziele und die Zusammenfassung zu einer Gesamtfunktion schließen die Modellierung ab. Aufgrund der oben erläuterten Komplexität der beim Planungsvorgang zu berücksichtigenden Parameter läßt sich eine solche Modellbildung auf absehbare Zeit nur für wenige ausgewählte Faktoren durchführen, so daß lediglich Planungshilfen zu erwarten sind.

Die mit der Automatisierung des Planungsvorgangs zusammenhängenden Probleme sollen aus den weiteren Untersuchungen ausgeklammert werden. Die Erstellung des Zuteilungsentwurfs findet nur insoweit Berücksichtigung, wie sie durch geeignete Maßnahmen im Rahmen der Wert- und Zuteilungsberechnung unterstützt werden kann.

2.4 Zuteilungs- und Absteckungsberechnung

Als Ergebnis beinhaltet der Zuteilungsentwurf eine neue Flurstücksaufteilung. Die Flurstücksgrenzen sind vielfach noch nicht koordinatenmäßig festgelegt oder vermaßt, sondern zunächst lediglich durch die Wertzahl des Flurstücks und beispielsweise die Richtung der neuen Grenze oder ähnliche Angaben bestimmt. In der Zuteilungsberechnung und der nachfolgenden Absteckungsberechnung werden die Flurstücksgrenzen dann so festgelegt, daß sie in die Örtlichkeit übertragen werden können.

Dieser Vorgang erfolgt bisher in zwei Schritten. Aufgabe der Zuteilungsberechnung ist es, aus dem Sollwert eines Flurstücks eine Sollfläche zu berechnen. Hierzu wird analog zur Ermittlung der Lage der Flurstücksgrenzen bei der Erstellung des Zuteilungsentwurfs vorgegangen, wobei nunmehr nicht nur eine grobe Annäherung an den vorgegebenen Wert, sondern eine exakte Realisierung verlangt ist. Es werden also im Anschluß an das Schätzen der Lage einer Flurstücksgrenze die Flächen der von ihr geschnittenen Klassenabschnittsteile ermittelt, mit der Wertverhältniszahl multipliziert und zusammen mit den aus dem Blockverzeichnis zu entnehmenden Flächen und Werten der nicht geschnittenen Klassenabschnitte aufsummiert. Ist die angestrebte Wertzahl nicht erreicht, muß die Grenze verschoben und der gesamte Vorgang iterativ bis zur exakten Realisierung der Wertzahl wiederholt werden. Als Ergebnis der Zuteilungsberechnung ist dem vorgesehenen Wert eine Fläche zugeordnet. Die Summe der Flurstückssollflächen in einem Block muß mit der aus Koordinaten ermittelten Blockfläche verglichen und auf diese abgestimmt werden.

Aus den Flurstückssollflächen werden dann im zweiten Schritt Absteckungsmaße berechnet. Der durch die Blockumringskoordinaten gegebene Block wird nach Eingabe der Zuteilungsrichtung und der Sollfläche des neuen Flurstücks rechnerisch so lange geschnitten, bis die Sollfläche des neuen Flurstücks erreicht ist. Als Resultat liegen die Koordinaten der Schnittpunkte der neuen Grenzen mit dem Blockumring und nach deren Rundung auf Zentimeter die Istfläche des Flurstücks vor. Aus den Koordinaten werden die Strecken der neuen Grenzpunkte zu den benachbarten Blockumringpunkten als Absteckungsmaße berechnet. Eventuell erforderliche andere Festlegungen können durch vermessungstechnische Berechnungen erhalten werden.

Etwas anders gelagert ist die Funktion der Zuteilungsberechnung bei Festlegung der neuen Grenzen eines Flurstücks durch Absteckungsmaße oder koordinatenmäßig vorgegebene Punkte. In diesem Fall dient die Zuteilungsberechnung lediglich zur Ermittlung des Istwertes eines solchen Flurstücks; die Istfläche und gegebenenfalls die Koordinaten bzw. Absteckungsmaße werden durch vermessungstechnische Berechnungen gewonnen.

In beiden Fällen lassen sich die neuen Grenzen in die Örtlichkeit übertragen und auch kartieren. Dazu werden die Ergebnisse der Absteckungsberechnung in Risse übertragen. Der Nachweis der Zuteilungsberechnung erfolgt im Blockverzeichnis. Zusätzlich sind die Flächen und Werte zusammen mit weiteren Angaben in den nach Teilnehmern geordneten Abfindungsnachweis zu übernehmen, in dem die Abfindung und der Abfindungsanspruch jedes Teilnehmers gegenübergestellt werden.

3 Konventionelle Methode und vorliegende Automationsansätze

3.1 Geräte und Verfahren zur Flächenermittlung aus Karten

3.1.1 Graphisch-manuelle Verfahren

Wie in Kapitel 2 aufgezeigt, besteht die Wertberechnung in der Flurbereinigung wesentlich aus der Bestimmung von Flächen aus Karten. Hierzu wurden bis Anfang der sechziger Jahre ausschließlich graphisch-manuelle Verfahren angewendet. Diese Methode kommt heute im Rahmen der Wertberechnungen im alten und neuen Bestand nur bei kleineren Änderungsarbeiten zum Einsatz; weit verbreitet ist sie aber bei der überschläglichen Wertberechnung während der Erstellung des Zuteilungsentwurfs und bei der Zuteilungsberechnung.

Zu nennen sind dabei die Zerlegung von Flächen in regelmäßige Teilflächen nebst Abgreifen der Grundseiten und Höhen aus der Karte, die Verwendung von Parallelglas- bzw. Hyperbeltafel, von Planimeterharfe und Stechzirkel, von Quadratglastafel oder Planimeter. Bei allen angesprochenen Verfahren ist ein erheblicher Personaleinsatz erforderlich. Außer dem Abgreifen oder Umfahren sind jeweils Berechnungen durchzuführen, um die Karten- und/oder – nach Berücksichtigung des Maßstabs – die Feldflächen zu erhalten. Zudem müssen die Ergebnisse handschriftlich protokolliert werden. Die graphisch-manuellen Verfahren eignen sich daher nicht für eine automatische Weiterverarbeitung. Bevor diese zum Einsatz kommen könnten, wären die Protokolle zunächst noch EDV-gerecht aufzubereiten und abzulochen. Aus diesem Grunde werden dann vielfach auch die weiteren Arbeitsschritte, wie die Sollflächenabstimmung, die Verwertung, die Aufsummation und die Aufstellung von Verzeichnissen, manuell durchgeführt.

Die Vielzahl der aufeinander folgenden manuellen Arbeitsschritte hat nicht nur Auswirkungen auf den Zeitaufwand. Die dargestellte Vorgehensweise beinhaltet auch eine Reihe von Fehlerquellen, die durch Proben und Kontrollen ausgeschlossen werden müssen. Dies gilt nicht nur für die durchzuführenden Erfassungen und Berechnungen, sondern auch für das Ausschreiben der Ergebnisse in Listenform und die Übernahme für den jeweils nächsten Arbeitsschritt.

3.1.2 Einsatz registrierender Flächenermittlungsgeräte

Einen ersten Schritt in Richtung Automatisierung der Wertberechnung stellt die Einführung des elektronischen Planimeters Z 80 dar, das ab Anfang der sechziger Jahre in Hessen zur Flächenermittlung verwendet wird. Bei diesem auf Anregung von LANG von der Firma ZUSE gebauten Gerät handelt es sich um ein Scheibenrollplanimeter, das mit einer Registriereinrichtung versehen ist. Eine Bedienungstastatur ermöglicht die Eingabe von Zusatzinformationen, wie z.B. Flurstücksnummer, Klassenabschnittsnummer oder Klassenbezeichnung. Die Protokollierung der Flächen und Eingaben erfolgt gleichzeitig in Klarschrift auf einem Papierstreifen und im Fernschreibcode auf Lochstreifen. Dadurch ist sowohl eine sofortige Prüfung der Erfassung als auch eine automationsgerechte Übernahme und Weiterverarbeitung auf einer Datenverarbeitungsanlage möglich [Lang 1972].

Ein wesentlicher Nachteil des ZUSE Z 80 besteht darin, daß die Funktionsweise eines Planimeters erhalten bleibt. Obwohl die Flächen in der Regel von einem Polygon begrenzt sind, müssen nicht nur die Eckpunkte angemessen, sondern die Grenzen vollständig abgefahren werden. Diese Vorgehensweise ist sehr zeitraubend und setzt geschultes und konzentriert arbeitendes Bedienungspersonal voraus. Der hauptsächliche Automatisierungsschritt bei Einsatz des Planimeters Z 80 besteht daher weniger in der eigentlichen Flächenermittlung, als vielmehr im Zugänglichmachen der Ergebnisse der Flächenermittlung für die weiteren, vornehmlich numerisch ablaufenden Auswerteschritte [Klempert 1974].

Zwei weitere registrierende Flächenermittlungsgeräte, der ‚Lemat‘ und der ‚Integromat‘, haben im Gegensatz zu dem Z 80 keinen nennenswerten Eingang in die Praxis gefunden. Beiden Geräten gemeinsam ist der Anspruch, den eigentlichen Erfassungsvorgang maschinell durchzuführen. Dieser unzweifelhafte Vorzug geht aber durch erhebliche manuelle Vorarbeiten (Aufbereitung der Begrenzungslinien bzw. Flächenfüllung) wieder verloren.

3.1.3 Digitalisierung und Flächenberechnung aus Koordinaten

Als ein wesentlicher Nachteil des registrierenden Planimeters ZUSE Z80 ist das planimetrische Meßprinzip genannt worden, das ein strenges Abfahren auch geradliniger Flächenbegrenzungen erfordert. Um diesem Mangel abzuhelpfen, ist von BECKER ein von ihm mit ‚Becker-Punkt-Planimeter‘ bezeichnetes Gerät skizziert worden [Becker 1965].

Wenn BECKER die Anwendung seines Gerätes auch nur in der Flächenberechnung sieht – was in dem Namensbestandteil ‚Planimeter‘ zum Ausdruck kommt –, so handelt es sich dabei dennoch nicht mehr um ein Flächenmeßgerät, sondern um ein Koordinatenmeßgerät. Unter Benutzung von Planimeterbauteilen sollen radiale und tangential Bewegungen einer Meßmarke in bezug auf einen Pol und eine Nullrichtung, also Polarkoordinaten, gemessen werden. Eine Fläche wird als abgeleitete Größe aus den Polarkoordinaten berechnet. Für eine geradlinig begrenzte Figur genügt es daher, ausschließlich die Grenzpunkte einzustellen und dort eine Messung auszulösen. Dadurch wird der Meßvorgang beschleunigt, die Anforderungen an das Bedienungspersonal sind deutlich niedriger.

Die konstruktionsmäßige Realisierung dieses Vorschlags, das Polar-Digimeter der Firma CORADI, stellt die gemessenen Koordinaten sowie über Tastatur eingegebene Zusatzinformationen auf Datenträger zur Verfügung und ist für Massenerfassungen geeignet. Das Polar-Digimeter hat entsprechend breiten Eingang in die Flurbereinigungspraxis gefunden. LANG gibt 43 mit Förderung durch den Bund beschaffte Geräte an [Lang 1972]. Davon befindet sich auch heute noch ein großer Teil im Einsatz [Donié et al. 1981].

Eine geringfügige Einschränkung in der Verwendbarkeit des Gerätes besteht in dem begrenzten Arbeitsfeld von ca. 30 cm Radialbewegung. Zur Erfassung eines größeren Gebietes ist daher ein Umsetzen des Meßkopfes mit neuer Paßpunktbestimmung erforderlich [Heiland und Klein 1968].

Die ebenfalls seit Mitte der sechziger Jahre angebotenen Orthogonal-Digitizer unterscheiden sich zwar wesentlich in ihrer Funktionsweise und in der Handhabung, nicht aber im Meßergebnis sowohl untereinander als auch von den Polar-Digimetern. Bei den Orthogonal-Digitizern werden Koordinaten in einem recht-

winkligen Tischsystem auf Datenträger abgespeichert. Orthogonale Koordinaten stellen für die numerische Weiterverarbeitung in EDV-Anlagen keinerlei Vorteil gegenüber Polarkoordinaten dar, der Einsatz von orthogonal arbeitenden Geräten kann also nur durch einfachere Handhabung, Zeitersparnis und – bei Berücksichtigung der Betriebskosten – Kostenersparnis begründet werden.

Ein solcher Vorteil ist mit den aus Koordinatographen abgeleiteten Modellen nicht gegeben. Die Einstellung der Meßpunkte mit der auf einem Schlitten montierten Lupe ist zu zeitaufwendig. Die Achsgebundenheit des Einstellsystems ist ebenfalls bei den aus Laufwagenzeichenmaschinen entwickelten Digitizern ein entscheidender Nachteil, wenn auch die Vertikalstellung eine Beschleunigung gegenüber den Koordinatographenmodellen bringt. Beide Typen sind aber letztlich für die Massenarbeiten der Flurbereinigung wenig geeignet. LANG führt in seiner Zusammenstellung nur ein einziges im Einsatz befindliches Gerät dieses Typs auf [Lang 1972].

Einen Zeitvorteil gegenüber den Polar-Digimetern bieten dagegen die nicht achsgebundenen Orthogonal-Digitizer, die seit Anfang der siebziger Jahre für die Analog-Digital-Wandlung graphischer Vorlagen im Einsatz sind und heute auch für die Wertberechnung breite Anwendung finden. Die im weiteren als ‚Digitizer‘ bezeichneten Geräte bestehen aus einer Tischplatte, in der engmaschig ein Leitungsgitter verlegt ist, und einer frei beweglichen Meßmarke, dem sogenannten Cursor, oder – alternativ – einem Digitalisierstift, womit die zu erfassenden Punkte eingestellt werden. Die Bedienung der Digitizer beschränkt sich für alle Modelle im wesentlichen auf das Einstellen der einzelnen Punkte und das Auslösen der Messung durch Knopfdruck oder Aufsetzen des Stiftes.

Unterschiede im Meßverfahren, nach dem die Position der Einstellmarke auf der Tischplatte ermittelt wird, führen bei den derzeit angebotenen Digitizern zu einer Genauigkeitsbandbreite von $\pm 0,05$ mm bis $\pm 0,6$ mm. Die höchste Auflösung ($\pm 0,025$ mm) wird für Geräte mit induktivem bzw. elektromagnetischem Meßprinzip angegeben [Markt und Technik 1981]. Die Verwendung eines Digitalisierstiftes mindert allerdings die Digitalisierungsgenauigkeit unabhängig vom Meßprinzip ganz erheblich. Neben der geringeren Einstellungsgenauigkeit gegenüber einem Cursor trägt dazu auch ein konstruktiv bedingter Umstand bei: Das Empfangs- bzw. Sendebauteil ist im Körper des Stiftes – also nicht in unmittel-

barem Kontakt mit der Tischfläche – angebracht, so daß ein Schräghalten bei der Auslösung des Meßvorgangs das Ergebnis zusätzlich verfälscht. Eine Digitalisierengenauigkeit, die der Zeichengenauigkeit entspricht, läßt sich nur mit einem Cursor erzielen. Diese werden zur Verbesserung der Einstellungsgenauigkeit teilweise mit Lupe und Beleuchtung sowie mit einer Ansaugvorrichtung versehen. Durch Anwendung dieser Hilfsmittel läßt sich bei Einzelpunktauslösung eine – aus Doppelmessungen bestimmte – Wiederholengenauigkeit von $\pm 0,04$ mm erreichen [Karge und Welzel 1982]; der absolute Fehler der Koordinatenmessung liegt dann bei etwa $\pm 0,05$ mm [Gottschalk 1972b].

Zur Eingabe von Zusatzinformationen während der Digitalisierung sind Cursor mit bis zu 25 Tasten erhältlich. Die Digitizer werden heute mit Standardschnittstellen zum Online-Anschluß an alle gängigen Rechner angeboten. Häufig sind Mikroprozessoren zwischengeschaltet, die nicht nur den Meßvorgang steuern, sondern auch schon Grundfunktionen wie Transformationen, Strecken- und Flächenberechnungen durchführen können. Über solche Kleinstrechner wird für Offline-Lösungen bei den derzeit auf dem Markt befindlichen Digitizern auch die Datenspeicherung beispielsweise auf Magnetband oder auf Diskette realisiert.

3.2 Gegenüberstellung des Zeitaufwands für die Wertberechnung bei den einzelnen Verfahren

Bei der Beschreibung der bislang eingesetzten Geräte und Verfahren zur Flächenermittlung aus Karten sind deren Vor- und Nachteile benannt worden. Die Aufeinanderfolge drückt dabei nicht nur eine chronologische Reihung, sondern auch eine qualitative Progression aus. Dies soll im weiteren noch durch eine Quantifizierung des bei den einzelnen Verfahren jeweils benötigten Zeitaufwandes verdeutlicht werden.

In der Literatur finden sich einige Angaben zum Zeitaufwand bei der Wertberechnung [Heiland und Klein 1968, Wahl 1968, Lang 1972, Rußer 1975]. Dabei fällt eine stärkere Streuung bei den absoluten Zeitangaben auf. Sie reichen beim Polar-Digimeter im Altbestand beispielsweise von 30 ha/Tag [Wahl 1968] bis zu 120 ha/Tag [Rüßer 1975]. Diese Unterschiede resultieren wohl im wesentlichen aus einer abweichenden Dichte der Klassen- bzw. der Flurstücks- oder Blocknetze. Zudem haben die jeweilige Ausarbeitung der Unterlagen sowie

deren Maßstab Einfluß auf den Zeitaufwand. Aus diesen Gründen sollen lediglich relative Zeitangaben aufgeführt werden.

HEILAND und KLEIN kommen für die Wertberechnung mittels Polar-Digimeter und anschließender Auswertung durch eine EDV-Anlage zu einem Zeitgewinn von ca. 65 % gegenüber dem planimetrischen Verfahren und manueller Aufstellung der Verzeichnisse. Die Kostenersparnis geben sie mit 10 – 30 % an [Heiland und Klein 1968].

LANG referiert die Ergebnisse einer Ingenieurarbeit von BURKARD und MERTEN. Danach beträgt die Zeitersparnis gegenüber dem Einsatz von Scheibenrollplanimetern beim registrierenden Planimeter ZUSE Z 80 45 %, beim Polar-Digimeter 70 % und bei Digitizern 80 – 85 % [Lang 1972].

RÜßER führt dagegen nur einen um ca. 30 % gesenkten Arbeitsaufwand bei Anwendung des Polar-Digimeters gegenüber der früheren Wertberechnungsmethode mittels Planimeterharfe an. Es ist allerdings zu berücksichtigen, daß dabei die Wertberechnungen im alten und neuen Bestand in einem gemeinsamen Ansatz erfolgten [Rüßer 1975].

Bei einer Wertung dieser Ergebnisse kommt man zu dem Schluß, daß eine erhebliche Einsparung allein aus der Registrierung der Meßwerte und der Verlagerung der rechnerischen Sollflächenabstimmung und des Ausschriebs der Ergebnisse auf eine EDV-Anlage resultiert: Da der Erfassungsaufwand beim Einsatz von Scheibenrollplanimetern bzw. von registrierenden Planimetern ansonsten gleich ist, können die festgestellten Einsparungen in einer Größenordnung von 45 % vollständig dieser Kategorie zugeordnet werden.

Die weiteren Zeitgewinne bei Einsatz von Polar-Digimetern und Digitizern sind dagegen der vereinfachten Flächenermittlung – es brauchen nur noch die Flächeneckpunkte angefahren zu werden – sowie einer komfortableren Bedienung zuzurechnen. Als wesentlicher Kritikpunkt an dem bisherigen, koordinatenmäßig arbeitenden Verfahren wird allerdings das späte Erkennen von Fehlern angeführt. Nach dem Meßvorgang liegen zunächst nur Koordinaten auf Datenträger vor, eine Flächenberechnung und der Sollflächenvergleich finden erst in einem späteren Auswertelauf statt. Dort erkannte Fehler müssen durch erneute Bearbeitung behoben werden [Heiland und Klein 1968].

3.3 Charakteristika der konventionellen Methode

Die bislang dargestellten Wertberechnungsverfahren weisen gemeinsame Merkmale auf, die es gestatten, sie unter dem Oberbegriff ‚konventionelle Methode‘ zu subsumieren. Entscheidend dafür ist die Tatsache, daß alle Verfahren sich jeweils nur auf die Wertberechnung in einer Bearbeitungsphase beziehen. Auch die Automationsbestrebungen betreffen lediglich einen einzelnen isolierten Vorgang, ohne daß eine Verwertung der Ergebnisse für folgende Aufgaben, also ein für die Automation wünschenswerter Datenfluß, ermöglicht wird. So beschleunigt zwar z.B. die Flächenermittlung durch Digitalisierung die Wertberechnung im neuen Bestand, sie liefert aber keinen Beitrag zur Wertberechnung bei der Erstellung des Zuteilungsentwurfs oder zur Zuteilungsberechnung. Aus dieser Prämisse lassen sich Einzelcharakteristika für die konventionelle Bearbeitung ableiten.

Hier ist an erster Stelle die Mehrfacherfassung zu nennen. Wertberechnung und damit verbunden Flächenermittlung ist, wie in Kapitel 2 ausgeführt, in mehreren Phasen eines Flurbereinigungsverfahrens erforderlich. Nach der konventionellen Methode kann eine vorangegangene Flächenermittlung nur für eine völlig unveränderte Fläche manuell aus Verzeichnissen übernommen werden. Für alle anderen Flächen ist eine erneute Bearbeitung erforderlich. Auch für übernommene Flächen ist z.B. beim Übergang vom alten zum neuen Bestand eine neue Sollflächenabstimmung erforderlich. Die wiederholten Erfassungen sind nicht nur vom Zeit- und Kostenfaktor her ungünstig, es sind zudem Abstimmungen auf die vorangegangenen Messungen und Berechnungen erforderlich, die die Stringenz und damit auch die Validität der Ergebnisse beeinträchtigen.

Eng mit der Mehrfacherfassung verknüpft ist die Notwendigkeit zu häufiger manueller Übernahme und Abstimmung von Ergebnissen. Neben dem hierfür erforderlichen Zeitaufwand ist daran insbesondere die Fehleranfälligkeit zu bemängeln. In Kapitel 3.2 ist gezeigt worden, daß gerade die Reduzierung der manuellen Übernahmetätigkeit innerhalb einer Bearbeitungsphase, z.B. durch automatisches Ausschreiben der Verzeichnisse, zu hohen Zeitersparnissen führt.

Ein weiteres Charakteristikum aller konventionellen Verfahren besteht darin, daß Änderungen der Blockeinteilung, z.B. bei Umgestaltungen des Wege- und Gewässernetzes, zumindest in Teilen zu einer Neube-

arbeitung führen. Sofern solche Fortführungen nur kleineren Umfang haben, werden sie zumeist mit rein manuellen Verfahren eingearbeitet und die Ergebnisse handschriftlich in den Verzeichnissen nachgetragen bzw. berichtigt.

Die Notwendigkeit zur erneuten Flächenermittlung aus Karten ist besonders hinderlich bei der Erstellung des Zuteilungsentwurfs und bei der Zuteilungsberechnung. Der Grund hierfür liegt zum einen darin, daß diese Ermittlungen iterativ erfolgen müssen, also sehr zeitaufwendig sind. Andererseits besteht aber gerade in diesem Verfahrensabschnitt besonderer Zeitdruck, da Einrechnung und Absteckung durch die vorläufige Besitzeinweisung an feste Termine gebunden sind. Bei den konventionellen Verfahren werden die Planung und die Zuteilungsberechnung daher durch die Unterteilung der Blöcke in Blockteile erleichtert. Diese Maßnahme steigert aber ihrerseits erheblich den Arbeitsumfang bei der Wertberechnung im neuen Bestand. Zudem sind bereits in einem frühen Stadium detaillierte Entscheidungen bezüglich der Zuteilung erforderlich, so z.B. die Festlegung der Zuteilungsrichtung.

Nicht alle unterschiedlichen Wertberechnungsphasen eignen sich in gleicher Weise für den Einsatz jedes der in Kapitel 3.1 vorgestellten Verfahren. Die überschlägliche Wertberechnung bei der Erstellung des Zuteilungsentwurfs ist nur mit einfachen manuellen Methoden sinnvoll. Auch die Zuteilungsberechnung wird in Nordrhein-Westfalen bislang überwiegend mit graphisch-manuellen Verfahren durchgeführt. Der Grund dafür liegt darin, daß sich die Zuteilungsberechnung im Gegensatz zu den Wertberechnungen im alten und neuen Bestand kaum für eine zentrale Bearbeitung eignet. Dies wäre aber beim Einsatz von Digitizern notwendig, um eine wegen der hohen Maschinenkosten wünschenswerte gleichmäßige Auslastung zu erreichen. Außerdem müssen die Wertberechnungsergebnisse bei der Zuteilungsberechnung dem Bearbeiter sofort zur Verfügung stehen, was sich nur durch teurere Online-Systeme erzielen läßt. Schließlich besteht die Zuteilungsberechnung bei graphisch-iterativem Vorgehen nicht durchgängig aus Flächenermittlungen. Auch wenn diese Arbeiten mittels Digitizer rechnergestützt durchgeführt werden, sind sie immer wieder durch zeichnerische Tätigkeiten unterbrochen, was die Maschinenbelegung zusätzlich verlängert.

Ein aus diesen Überlegungen resultierender Verzicht auf automationsgestütztes Arbeiten bei der Zuteilungsberechnung führt allerdings zu einem manuellen Führen

der Verzeichnisse und zu der Notwendigkeit des Ablochsens der Daten für die Weiterverwendung im Abfindungsnachweis. Auch wenn der relative Zeitanteil dieser Arbeitsschritte an der Zuteilungsberechnung wegen der iterativen Flächenermittlung nicht so hoch ist wie bei der Wertberechnung, liegt allein hierin ein beträchtliches Potential für Zeiteinsparungen und das Ausschalten von möglichen Fehlerquellen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß ein besonderer Nachteil der konventionellen Methode in der jeweils neu durchzuführenden Flächenermittlung besteht. Dieser Nachteil resultiert aus der isolierten Bearbeitung der einzelnen Wertberechnungsphasen und wirkt sich insbesondere bei der unter Zeitdruck durchzuführenden Zuteilungsberechnung aus, da hier bei Anwendung graphisch-iterativer Verfahren eine sehr ungünstige Ausgangssituation für eine Automation besteht.

3.4 Bisherige Lösungsansätze für eine integrative Bearbeitung der Wertberechnungsphasen

Aus der Analyse der konventionellen Methode ergibt sich als Zielsetzung für weitere Automationsbestrebungen, die isolierte Bearbeitung der einzelnen Wertberechnungsphasen durch einen integrativen Ansatz zu ersetzen, der eine Weiterverwendung der Ergebnisse in späteren Bearbeitungsschritten ermöglicht. Diese Bestrebung läßt sich bereits bei der konventionellen Methode nachweisen. So ist z.B. die in Kapitel 3.3 erwähnte Blockteilkonstruktion ein Versuch, mit der Wertberechnung im neuen Bestand Ergebnisse zu schaffen, die die Planung und die Zuteilungsberechnung besser unterstützen.

3.4.1 Verknüpfung der Wertberechnungen im alten und neuen Bestand

Wie in Kapitel 2 ausgeführt, müssen bei der konventionellen Vorgehensweise zwei vollständige Klassenabschnittsflächenermittlungen für das gesamte Flurbereinigungsgebiet im Rahmen der Wertberechnungen im alten bzw. neuen Bestand durchgeführt werden. Dies läuft bei Einsatz von Polar-Digimetern bzw. Digitizern auf eine zweifache Digitalisierung des Klassennetzes, und zwar einmal zusammen mit den alten Flurstücksgrenzen und zum anderen mit den Blockgrenzen, hinaus. Zwischen diesen beiden Bearbeitungsschritten

muß eine manuelle Übertragung der Klassengrenzen in die Zuteilungskarten erfolgen. Diese Vorgehensweise ist so lange nicht änderbar, wie ausschließlich Flächen bei der Wertberechnung bestimmt werden.

Durch den Einsatz von Koordinatenmeßgeräten für die Flächenermittlung ist ein gänzlich anderes Verfahren denkbar, das bereits von SCHULLER im Rahmen einer ersten kurzen Darstellung des Einsatzes von Polar-Digimetern bei der bayerischen Flurbereinigung als Zukunftsperspektive andeutungsweise umrissen wird. Danach kann die zweite Digitalisierung entfallen, wenn die Polarkoordinaten der ersten Messung mittels einer Helmerttransformation in das Landessystem überführt werden. Diese Koordinaten sollen zusammen mit den ebenfalls im Landessystem koordinierten Blockeckpunkten ein ‚digitales Grundrißmodell‘ ergeben, aus dem sich die Wertberechnung im neuen Bestand und die Zuteilungsberechnung ableiten lassen [Schuller 1968]. Nähere Angaben über die Erzeugung und Auswertung dieses Modells macht SCHULLER nicht.

Ein konkreter Realisierungsvorschlag für eine integrative Bearbeitung der Wertberechnungen im alten und neuen Bestand findet sich bei KAUFMANN und BIGLER. Danach soll die Datenerfassung für die Wertberechnung im alten Bestand nicht mehr klassenabschnittsweise erfolgen. Es sind vielmehr in zwei getrennten Arbeitsgängen das Klassennetz und das Flurstücksnetz separat zu erfassen. Durch rechnerische Verschneidung der beiden Netze werden die resultierenden Teilflächen, die Klassenabschnitte, erhalten, so daß die Wertberechnung im alten Bestand automatisch ableitbar ist. In analoger Weise entsteht die Wertberechnung für den neuen Bestand durch rechnerische Verschneidung des Klassennetzes mit dem Netz der Blockgrenzen [Kaufmann und Bigler 1973].

Abbildung 5 veranschaulicht das dem Ansatz zugrunde liegende Prinzip der digitalen Flächenverschneidung. Aus den in einem einheitlichen Koordinatensystem gegebenen Netzen sind ein Flurstück und eine Klassenfläche dargestellt. Die beiden Flächen gemeinsame – in der Abbildung schraffierte – Teilfläche, die einem Klassenabschnitt in dem Flurstück entspricht, kann durch rechnerische Überlagerung der beiden Flächen abgeleitet werden. Analog entstehen die übrigen Klassenabschnitte für dieses Flurstück sowie für die weiteren Flurstücke bzw. Blöcke. Die Flächenverschneidung ist für Landumlegungen in der Schweiz realisiert [Baumgartner und Müller 1977, Kaufmann 1980, Kaufmann 1981].

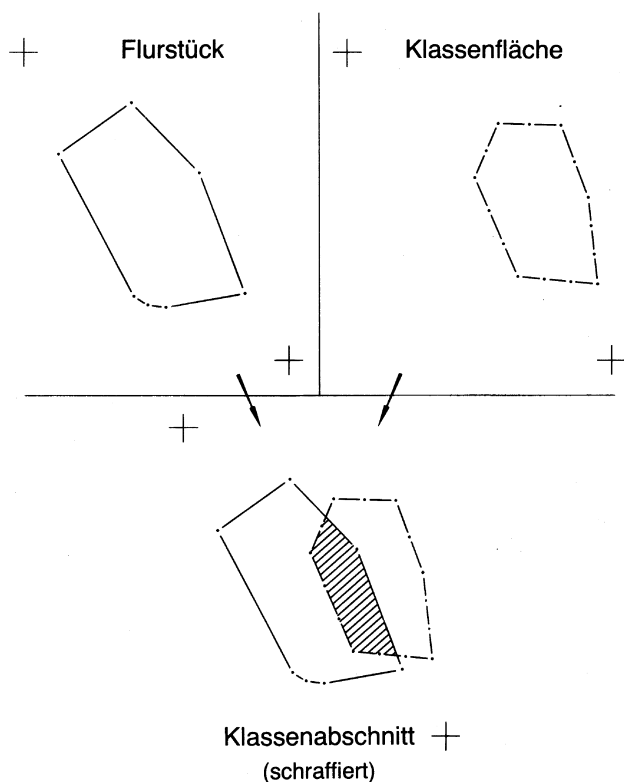


Abb. 5: Wertberechnung durch digitale Überlagerung des Flurstücks- und des Klassennetzes

Die Anwendbarkeit des Verfahrens wird dadurch beeinträchtigt, daß für eine numerische Überlagerung eindeutige Verknüpfungen zwischen den einzelnen Netzen notwendig sind. Probleme ergeben sich insbesondere dann, wenn die alten Flurkarten als Inselkarten mit zum heutigen Gauß-Krüger-System ungleichartigen Koordinaten vorliegen. Vor einer Flächenverschneidung sind in diesem Fall ein rechnerisches Zusammenfügen der Teilgebiete einschließlich Randanpassung sowie eine Transformation ungleichartiger Koordinaten erforderlich. Die dabei auftretenden Probleme werden derzeit im Rahmen der Flurkartenerneuerung untersucht und sind bislang noch nicht zufriedenstellend gelöst [Thissen 1975, Holder 1977, Haag 1980].

Schwierigkeiten resultieren auch daraus, daß die durch Digitalisierung ermittelten Flurstücksflächen in der Regel von den im Liegenschaftskataster nachgewiesenen abweichen. Eine Abstimmung ist wegen der damit verbundenen Verfälschung gegenüber der Geometrie im Hinblick auf die rechnerische Verschneidung problematisch.

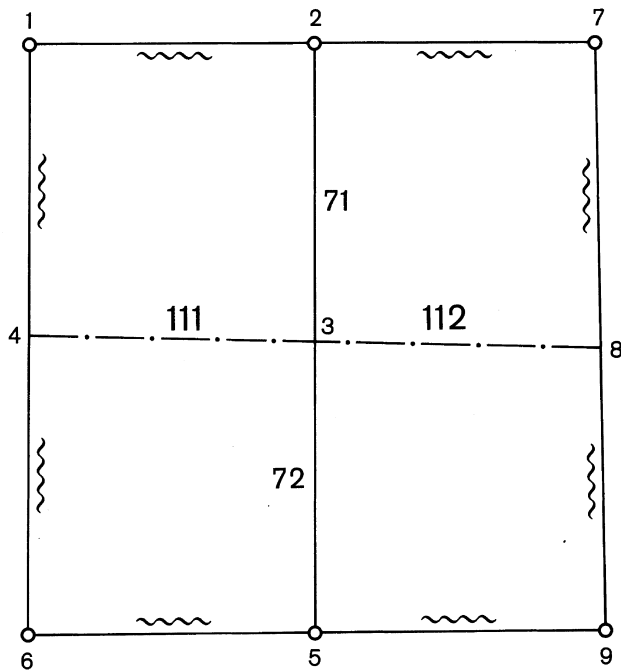
Bei der Verschneidung muß zudem die unterschiedliche Erfassungsgenauigkeit der einzelnen Flächensysteme

berücksichtigt werden. Während die Flurstücksgrenzen und das Klassennetz in der Regel durch Digitalisierung entstehen, wird das Blocksystem mit deutlich höherer Genauigkeit rechnerisch erhalten. Es ist daher insbesondere bei einer Beibehaltung von Altgrenzen oder bei einer späteren Aufmessung einzelner Klassengrenzen eine Anpassung des Klassennetzes an die durch Messung und Berechnung ermittelten Grenzen erforderlich.

Die Notwendigkeit zur Abstimmung ergibt sich auch bei der getrennten Digitalisierung des Klassensystems und des Flurstücksbestandes. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich, fallen häufig Grenzzüge in beiden Systemen zusammen. Durch die voneinander unabhängige Erfassung ergeben sich aber in der Regel Abweichungen, die vor der Flächenverschneidung erkannt und bereinigt werden müssen.

Die hier aufgeführten verschiedenen Anpassungsmaßnahmen bewirken, daß der von der Verschneidung erwartete Vorteil der Übereinstimmung der Klassengrenzen im alten und neuen Bestand doch nicht gegeben ist. Der Rationalisierungseffekt wird dadurch beeinträchtigt, daß sich die Abweichungen größtenteils nicht vollautomatisch, sondern nur durch den Eingriff eines Bearbeiters, also interaktiv, beheben lassen. Dabei sind für viele Entscheidungen detaillierte Ortskenntnisse erforderlich, so daß eine zentrale Bearbeitung kaum möglich ist. Andererseits kann aber bei den derzeitigen Hardware-Kosten für interaktive graphische Systeme noch nicht jede Flurbereinigungsdienststelle mit einer solchen Anlage ausgestattet werden. Es sind daher Maßnahmen in Betracht zu ziehen, die gegebenenfalls unter Erhöhung des Erfassungsaufwandes die interaktiven Nacharbeiten reduzieren oder sogar gänzlich beseitigen.

Hier bietet sich zunächst die gemeinsame Digitalisierung der Flurstücke und des Klassennetzes an. Eine Abstimmung dieser beiden Systeme und eine Flächenverschneidung für die Wertberechnung im alten Bestand könnten entfallen. Nachteilig wirkt sich allerdings aus, daß hierbei die Schnittpunkte der Klassengrenzen mit den Flurstücksgrenzen zusätzlich zu erfassen sind [Geodata 1973]. Bei einer dem Flächenansatz folgenden Digitalisierung muß jeder Schnittpunkt mindestens viermal angemessen werden, wie Abbildung 6 für den Punkt 3 verdeutlicht. Dieser Mehraufwand fällt bei einem dichten Flurstücksbestand, wie er häufig vor der Durchführung einer Flurbereinigung anzutreffen ist, besonders ins Gewicht.



Digitalisierung:

Flurstück 111:

- a) 1, 2, 3, 4
- b) 4, 3, 5, 6

Flurstück 112:

- a) 2, 7, 8, 3
- b) 3, 8, 9, 5

Abb. 6: Gemeinsame Digitalisierung des Flurstücks- und des Klassennetzes

Bei der gemeinsamen Digitalisierung des Klassen- und des Flurstückssystems läßt sich die Wertberechnung im alten Bestand zwar ohne weiteres aus dem erfaßten Datenmaterial ableiten. Vor der Flächenverschnidung für die Wertberechnung im neuen Bestand muß aber ein getrennter Datensatz der Klassengrenzen erzeugt werden. Dazu sind benachbarte Klassenabschnitte mit gleicher Wertverhältniszahl rechnerisch zu aggregieren. Es entfallen dabei die Flurstücksgrenzpunkte, die nicht gleichzeitig Klassengrenzpunkte sind. Wünschenswert ist darüber hinaus ein Entfernen solcher Punkte, die wie 2 und 5 bzw. 3 aus Abbildung 6 in Geraden liegen. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen dürften so realisiert werden können, daß interaktive Eingriffe nicht nötig sind.

Als wesentlich aufwendiger erweist sich die Vermeidung interaktiver Nacharbeiten zur Beseitigung von Randklaffungen bzw. zur Anpassung digitalisierter an örtlich aufgemessene Koordinaten. Eine durchgreifende Lösung ist nur durch eine Aufmessung der Flurstücks- und der Klassengrenzpunkte zu erzielen [Klempert 1974], was aber am zu hohen örtlichen

Meßaufwand scheitert. Eine deutliche Reduzierung der interaktiven Nacharbeiten ist durch das Schaffen eines dichten Paßpunktnetzes zu erwarten, was bei rechnerischer Übertragung der Klassengrenzen z.B. durch maschenweise Transformation eine weitgehende Eliminierung lokaler Klaffungen ermöglicht.

Da der Aufwand für interaktive Überarbeitungen und Korrekturen vor und nach der automatischen Flächenverschnidung wesentlich von der regional stark variierenden Qualität der für den Altbestand vorliegenden Vermessungs- und Kartengrundlagen abhängt, sind auch unterschiedliche Einschätzungen der Anwendbarkeit der Flächenverschnidung für die Wertberechnung zu erwarten.

KLEMPERT kommt zu dem Schluß, daß „noch kein Vorteil in der Flächenverschnidung gegenüber der Datenerfassung gesehen werden“ kann [Klempert 1974, S. 117]. BATZ gelangt unter Berücksichtigung der in Hessen vorliegenden Vermessungs- und Kartengrundlagen zu dem gleichen Ergebnis wie KLEMPERT und rechtfertigt die nochmalige Datenerfassung im neuen Bestand: „Die manuelle Übertragung der Bewertungsgrenzen auf der Grundlage von Paßpunkten kann sehr differenziert und unter Verwendung von Ortskenntnissen erfolgen und führt damit zu einem besseren Ergebnis als die rechnerische Transformation“ [Batz 1976, S. 97].

Demgegenüber bestehen in Bayern für die Flächenverschnidung dadurch günstigere Voraussetzungen, daß der Altbestand bereits in Rahmenflurkarten vorliegt. Außerdem steht mit den Flurbereinigungsdirektionen eine organisatorische Einheit auf einer mittleren Ebene zur Verfügung, so daß sich bei der Installation von Automationsanlagen in diesen Behörden wirtschaftlich und organisatorisch ein Kompromiß zwischen zentraler und dezentraler Bearbeitung ergibt. Ein entsprechendes Programmsystem ist in der Entwicklung [– 1982].

Auch SIEMENS hat den Ansatz, die Wertberechnungen im alten und neuen Bestand durch getrennte Erfassung der Flächensysteme und anschließende Verschnidung durchzuführen, in jüngster Zeit aufgegriffen [Schilcher 1981, SIEMENS 1982, Schilcher 1982]. Inwieweit in dieses System auch die mit der Zusammenfügung und Übertragung von in Inselkarten dargestellten Klassengrenzen zusammenhängende Problematik einbezogen werden soll, ist nicht erläutert. Als eine Funktion wird zwar die „interaktive Einpassung und Bereinigung der Wertermittlungsgrenzen auf die Blockgrenzen der Zutei-

lungskarte und Berichtigung der Schnittstellendatei“ genannt [Schilcher 1981, S.570]. Über die für die Übertragung anzuwendende Methodik, die Aufschluß über die Stringenz des Verfahrens bei unterschiedlichen Kartengrundlagen geben könnte, fehlen jedoch nähere Angaben. Auch wird keine Aussage über die organisatorische Zielrichtung des Einsatzes – in zentraler oder dezentraler Datenverarbeitung – und die erwartete Wirtschaftlichkeit der Vorgehensweise gemacht.

Grundsätzlich ist aber bei fortschreitender Zunahme von Zweitbereinigungen – also guten Kartengrundlagen für den Altbestand –, weiterer Analyse der Inselkartenproblematik im Rahmen der Flurkartenerneuerung und sinkenden Hardware-Preisen für interaktive graphische Geräte mit wachsenden Einsatzmöglichkeiten für die Flächenverschneidung zu rechnen.

3.4.2 Verknüpfung der Wertberechnung im neuen Bestand mit der Zuteilungsberechnung

Durch den besonderen Zeitdruck, unter dem die iterativ durchzuführende Zuteilungsberechnung in der Regel steht, ist eine Arbeitserleichterung gerade für diese Bearbeitungsphase von besonderer Bedeutung. Bei konventioneller Vorgehensweise wird daher zur Unterstützung der Planung und der Zuteilungsberechnung vor der Wertberechnung im neuen Bestand eine Unterteilung von Blöcken in Blockteile vorgenommen. Dabei wäre im Hinblick auf den Arbeitsaufwand bei der Zuteilungsberechnung eine möglichst dichte Grenzziehung wünschenswert. Da aber andererseits durch die Blockteilerstellung zusätzliche Klassenabschnitte entstehen, was den Zeitbedarf für die Wertberechnung stark erhöht, muß ein Kompromiß zwischen dem Aufwand bei der Wert- bzw. bei der Zuteilungsberechnung gefunden werden. Insofern ist eine Unterstützung der Erstellung des Zuteilungsentwurfs und der Zuteilungsberechnung durch Maßnahmen der Automation von erheblichem Interesse.

Bemühungen um eine integrative Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung werden dadurch begünstigt, daß bei beiden Problemfeldern das gleiche Bezugssystem, ja sogar die gleichen Karten als Grundlage dienen. Damit entfallen die bei der Verknüpfung der Wertberechnungen im alten und neuen Bestand erforderlichen Homogenisierungen bzw. Verschneidungen. Es liegt die für kartographische Automation förderliche Aufgabenstellung vor,

aus einem in graphisch-analoger Form – der Karte – vorliegenden Datenmaterial mehrere Folgeprodukte – Wertberechnung im neuen Bestand, Zuteilungs- und Absteckungsberechnung – abzuleiten. Die Gewinnung mehrerer Ergebnisse aus einer Kartengrundlage erhöht wesentlich die Wirtschaftlichkeit der Datenerfassung.

Die Möglichkeit zur Unterstützung der Planung und der Zuteilungsberechnung ist durch die Bestimmung der Klassengrenzpunktkoordinaten mittels Polar-Digimeter bzw. Digitizer gegeben. Dabei wird als Zielvorstellung die automatische einstufige Zuteilungs- und Absteckungsberechnung nach Werten aus den bei der Wertberechnung gewonnenen Daten angesehen. Auf diese Perspektive weisen schon die ersten Veröffentlichungen über die Anwendung der Polar-Digimeter für die Wertberechnung hin. SCHULLER spricht von der Möglichkeit, „aus den Werten (Wertverhältniszahlen) der neuen Grundstücke in einem Guß Abfindungsflächen und Absteckungsmaße zu berechnen“ [Schuller 1968, S. 215]. HEILAND und KLEIN sehen als weitere Entwicklung: „Die aufwendigen und oft unter Zeitdruck stehenden graphischen Zuteilungsberechnungen [. . .] können von der Datenverarbeitungsanlage übernommen werden“ [Heiland und Klein 1968, S. 423]. Schließlich stellt WAHL fest: „Damit liegen die Voraussetzungen für eine vollautomatische Zuteilungsberechnung nach Wert vor“ [Wahl 1968, S. 497].

Auch in der „Flurbereinigungsanweisung NW“ findet die automatische Zuteilungsberechnung als Zielvorstellung Berücksichtigung, gleichzeitig wird allerdings eingeschränkt: „Solange die Voraussetzungen für eine maschinelle Zuteilungsberechnung [. . .] noch nicht gegeben sind, ist diese Berechnung nach konventionellen Methoden (Ermittlung der ungefähren Fläche aus dem Mittelwert, Wertberechnung für diese Fläche, weitere Annäherung durch Metermanöver) auszuführen“ [FlurbAnw NW 12.9. – 1.2].

Diese Aussage ist nur scheinbar ein Widerspruch oder gar ein Rückschritt gegenüber der Feststellung von WAHL. Die obigen Zitate dürfen lediglich als Zukunftsperspektiven verstanden werden. Die von WAHL als gegeben angesehenen Voraussetzungen für eine automatische Zuteilungsberechnung betreffen ausschließlich den innersten Kern, das Vorliegen von Koordinaten für die Klassengrenzpunkte. Für eine Realisierung sind darüber hinaus erhebliche Vorarbeiten bezüglich Analyse, Hard- und Softwarekonzeption und Programmierung erforderlich, deren qualitativer und quantitativer Umfang vielleicht anfänglich unterschätzt worden

ist. Insofern ist es nicht verwunderlich, daß die bislang vorliegenden Automationsansätze nur als Zwischenschritte auf dem Weg zu einer durchgängig automatisierten Zuteilungsberechnung anzusehen sind.

Einen solchen Beitrag zur Ableitung der Zuteilungsberechnung aus den bei der Wertberechnung im neuen Bestand gespeicherten Daten stellt die automatische Unterteilung eines Blocks in Blockteile gleicher Breite, sogenannte Lamellen, parallel zu einer vorgegebenen Richtung dar. Diese Methode macht in Blöcken, für die eine Parallelzuteilung geplant ist, eine konventionelle Unterteilung in Blockteile überflüssig. Abbildung 7 zeigt einen Block mit parallel zu P1P2 gebildeten Lamellen.

Da die Ermittlung der auf eine Lamelle entfallenden Werte automatisch erfolgt und sich der Erfassungsaufwand – im Gegensatz zur Bildung von Blockteilen vor der Wertberechnung – nur geringfügig, nämlich um die Bestimmung der Zuteilungsrichtung, erhöht, kann eine wesentlich dichtere Untergliederung als bei der konventionellen Vorgehensweise vorgenommen werden.

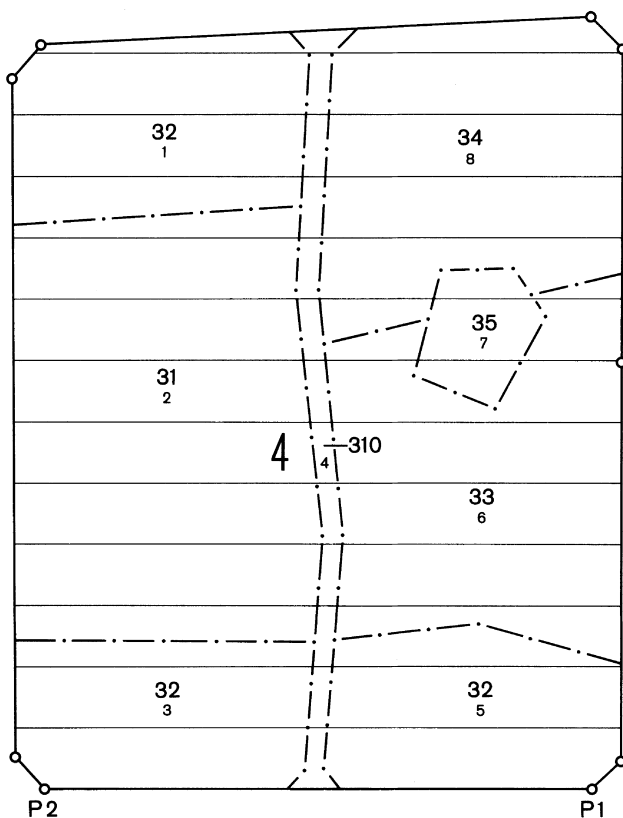


Abb. 7: Block 4 mit Unterteilung in gleichmäßig breite Blockteile (Lamellen)

Dadurch reduziert sich die erforderliche Anzahl von Iterationen, somit der Zeitaufwand bei der überschläglichen Wertberechnung für den Zuteilungsentwurf und bei der Zuteilungsberechnung.

Eine Iteration kann man bei der Zuteilungsberechnung gänzlich vermeiden, wenn für jede Lamelle eine durchschnittliche Wertverhältniszahl berechnet wird. Die Zuteilungsberechnung innerhalb der Lamelle erfolgt dann quasi durch lineare Interpolation. Der durch diese Approximation auftretende Fehler ist von der Größe, der Form und dem Wertverhältniszahlenunterschied der Klassenabschnitte sowie von der Lamellengröße abhängig. Mit der so erhaltenen Fläche und den Blockumringskoordinaten muß anschließend noch rechnerisch-iterativ die Bestimmung der Absteckungsmaße vorgenommen werden. Die Vereinfachung der Zuteilungsberechnung für parallel einzurechnende Flurstücke durch die Berechnung von Lamellen und durchschnittlichen Wertverhältniszahlen kommt in Bayern zur Anwendung [Schuller 1968, Rußer 1975].

Ein ebenfalls auf dem Lamellenprinzip beruhendes Verfahren wird in Hessen eingesetzt. Dabei soll die Unterteilung so dicht sein, daß die Grenzen der neuen Flurstücke ausschließlich aus Lamellengrenzen bestehen. Die Wertdifferenz zwischen zwei Blockteलगrenzen darf daher den doppelten Betrag der zumutbaren Mehr- oder Minderabfindung nicht überschreiten. Da für jede Lamellengrenze auch die Absteckungsmaße berechnet werden, können diese nach Fertigstellung des Zuteilungsentwurfs für Parallelzuteilungen ohne einen weiteren Rechenvorgang aus den Lamellenverzeichnissen in die Risse übernommen werden [Batz 1976]. Diesem Vorteil steht aber der Nachteil gegenüber, daß für jeden Teilnehmer Mehr- bzw. Minderabfindungen entstehen. Außerdem führt die sehr dichte Lamellenunterteilung (in der Regel 1 m [Batz 1974]) zu umfangreichen Verzeichnissen.

Diesen Zielkonflikt zwischen Einrechnungsaufwand und Abweichungen bei der Abfindung hat man in Rheinland-Pfalz zugunsten der Teilnehmer entschieden. Auch dort wird eine Elementierung vorab gerechnet, allerdings mit wesentlich gröberer Unterteilung. Diese Blockteilerbildung dient lediglich als Planungshilfe, um nämlich die ungefähre Aufteilung eines Flurstückswertes auf die einzelnen Klassen abschätzen zu können. Die eigentliche Zuteilungsberechnung erfolgt ebenfalls maschinell in Stapelverarbeitung auf der Grundlage der bei der Wertberechnung im neuen Bestand erhaltenen Daten.

Dabei macht sich die Inhomogenität der auf reine Flächenermittlung ausgerichteten Digitalisierungsdaten störend bemerkbar: Da Grenzpunkte, die zu mehreren Klassenabschnitten gehören, mit unterschiedlichen Koordinaten gespeichert sind, stimmt die Flächen-summe der Klassenabschnitte nicht mit der Blockfläche überein. Für die Wertberechnung im neuen Bestand wird dieser Mangel durch Abstimmung auf die Soll-fläche ohne Änderung der gespeicherten Koordinaten behoben. Bei der Zuteilungsberechnung in diesem System taucht daher zusätzlich zur Flächenabstimmung das Problem der Wertabstimmung auf. In Rheinland-Pfalz werden die Flächen- und Wertabweichungen dem letzten Flurstück nach der Methode ‚Rest durch Abzug‘ zugewiesen. Die Inhomogenität der gespeicherten Klassenabschnittskordinaten macht – wie auch bei den Lamellensystemen – eine nachfolgende Umsetzung der durch die Zuteilungsberechnung bestimmten Flurstücksflächen in Grenzpunktkordinaten und in Absteckungsmaße mittels einer separaten Absteckungsberechnung erforderlich [Kersting 1973].

Bei der Bewertung der bislang vorliegenden Systeme zur Automatisierung der Zuteilungsberechnung ist zunächst festzustellen, daß ausschließlich Parallelzuteilungen unterstützt werden. Dieser Fall tritt zwar häufig auf, gerade in jüngster Zeit werden aber zunehmend Forderungen erhoben, die eine Zuteilung mit unregelmäßigen Grenzen erfordern. So ist offensichtlich, daß sich Zielvorstellungen bei der Landschaftsgestaltung wie ‚Vielfalt, Natürlichkeit und Harmonie‘ [Oberholzer 1982] zumindest nicht allein durch Parallelzuteilungen verwirklichen lassen. Unregelmäßige Flurstücksgrenzen müssen, sofern sie nicht bereits bei der Blockbildung berücksichtigt wurden, nach konventionellen Methoden eingerechnet werden.

Gleiches gilt auch für die Bearbeitung von Fortführungen, wie beispielsweise das Verschieben bestehender oder geplanter Wege bzw. das Einlegen neuer Wege jeweils nach erfolgter Wertberechnung im neuen Bestand. Solche Änderungen im Blocksystem bedingen entweder eine erneute Digitalisierung oder eine manuelle Änderung, wobei dann auch bei der Zuteilungsberechnung auf eine maschinelle Bearbeitung verzichtet werden muß. Die bislang eingesetzten Systeme sind also nicht oder nur mit Einschränkungen fortführungsfähig.

Weiterhin ist bei allen Systemen wegen der Inhomogenität der digitalisierten Klassenabschnittskordinaten eine Fehlerverteilung notwendig. Dadurch können auch Zuteilungs- und Absteckungsberechnung nicht – wie angestrebt – in einem Guß erfolgen, die Absteckungsberechnung bleibt als eigenständiger Bearbeitungsschritt zur Ermittlung der Grenzpunktkordinaten und der Absteckungsmaße erforderlich.

Die Implementierung der vorliegenden Programme ist bislang lediglich auf Großrechnern erfolgt. Das bedingt aus organisatorischen Gründen entweder ein Vorwegrechnen wie im hessischen Verfahren oder aber ein listenmäßiges Erfassen aller Zuteilungsdaten mit einer nachfolgenden Ablochung und Berechnung in Stapelverarbeitung. Der eigentlich wünschenswerte Dialogbetrieb scheitert an den Kosten und den unbefriedigenden Response-Zeiten bei der Datenfernverarbeitung [Kersting 1973].

Im weiteren soll, ausgehend von den bei der Analyse der vorliegenden Systeme festgestellten Mängeln, eine Konzeption zur durchgängigen Verknüpfung der Wertberechnung im neuen Bestand mit der Zuteilungsberechnung entwickelt werden.

4 Konzeption eines Systems zur integrativen Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung

Aus den in Kapitel 3.4 getroffenen Feststellungen läßt sich schließen, daß ein weiteres Einbeziehen der Wertberechnungsphasen in die Automationskette zunächst die integrative Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung umfassen sollte. Bei der Entwicklung einer Konzeption hierfür ist allerdings darauf zu achten, daß die Wertberechnung im alten Bestand in einem späteren Stadium in die automatische Bearbeitung integriert werden kann. Für die weiteren Untersuchungen soll zunächst davon ausgegangen werden, daß die Zuteilungskarten durch automatische Kartierung der Blöcke aus dem Flächenansatz mit anschließender manueller Übertragung der Klassengrenzen vorliegen.

Die Konzipierung des Systems erfolgt unter besonderer Berücksichtigung der Voraussetzungen in Nordrhein-Westfalen; die dabei angestellten Überlegungen sowie die Lösungsvorschläge lassen sich aber weitgehend auf die Gegebenheiten in anderen Bundesländern übertragen.

4.1 Leistungsanforderungen

4.1.1 Integration in die Automationskette

Zielrichtung weiterer Automationsbestrebungen ist nicht die isolierte Bearbeitung einer Problemstellung mittels EDV, sondern vor allem das Erreichen eines möglichst weitgehenden Datenflusses [Zemanek 1982]. Diese Prämisse gilt nicht nur innerhalb der beabsichtigten integrativen Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung. Es muß vielmehr angestrebt werden, Daten aus vorhergehenden Arbeitsschritten nutzbar zu machen sowie innerhalb der hier behandelten Problemstellung ermittelte Ergebnisse nachfolgenden Arbeitsgängen automationsgerecht zur Verfügung zu stellen.

Durch das Ineinandergreifen automatisierter Arbeitsgänge entfallen natürlich erhebliche manuelle Abblockarbeiten mit Zeit- und Kosteneinsparungen. Zudem werden dadurch wünschenswerte Ergebnisse quasi als ‚Abfallprodukt‘ möglich, auf die vorher wegen des hohen Abblockaufwandes verzichtet werden mußte. Als

Beispiel dazu kann die Aufgliederung der Flurstücksflächen nach Klassen im Abfindungsnachweis angeführt werden, die bislang in Nordrhein-Westfalen aus dem genannten Grunde nicht durchgeführt wurde.

Bei der Übernahme von Ausgangsdaten bieten sich die aus der Flächenberechnung und Kartierung stammenden Datensätze der Blockumringskoordinaten an, auf deren Nutzbarmachung später eingegangen werden soll.

Die Schnittstelle für die Abgabe der Daten ist sinnvollerweise damit gegeben, die im Blockverzeichnis enthaltenen Informationen über die neuen Flurstücke, die bislang für den automatisch erstellten Abfindungsnachweis abgelocht wurden, EDV-gerecht auf Datenträger zur Verfügung zu stellen. Dadurch schließt sich an die Zuteilungsberechnung ein weiterer automatischer Arbeitsschritt lückenlos an.

Sowohl die Flächenberechnung für die Blöcke und die automatische Kartierung der Zuteilungskarten als auch die Erstellung des Abfindungsnachweises werden in Nordrhein-Westfalen für alle Ämter für Agrarordnung von der Technischen Zentralstelle in Köln mittels zentraler Datenverarbeitung durchgeführt.

4.1.2 Widerspruchsfreie Datenerfassung

Die Zielsetzung bei der Automatisierung der Zuteilungsberechnung besteht darin, Grenzpunktkoordinaten und Absteckungsmaße durch rechnerische Iteration nach dem Wert zu erlangen [Schuller 1968]. Dadurch wird die separate Absteckungsberechnung im Anschluß an den approximativen Übergang vom Wert auf die Fläche nach der graphischen Zuteilungsberechnung überflüssig. Diese Vorgabe ist selbst bei der in Rheinland-Pfalz angewendeten maschinellen Zuteilungsberechnung für parallele Flurstücke nicht erreicht. Dort muß nach der numerischen Zuteilungsberechnung noch eine eigenständige Absteckungsberechnung durchgeführt werden. Die Ursache hierfür liegt darin begründet, daß der für die Wertiteration benutzte Datensatz in sich nicht homogen ist und mit den berechneten Blockumringskoordinaten nicht übereinstimmt. Bei der ausschließlich auf Flächenermittlung ausgerichteten Digitalisierung

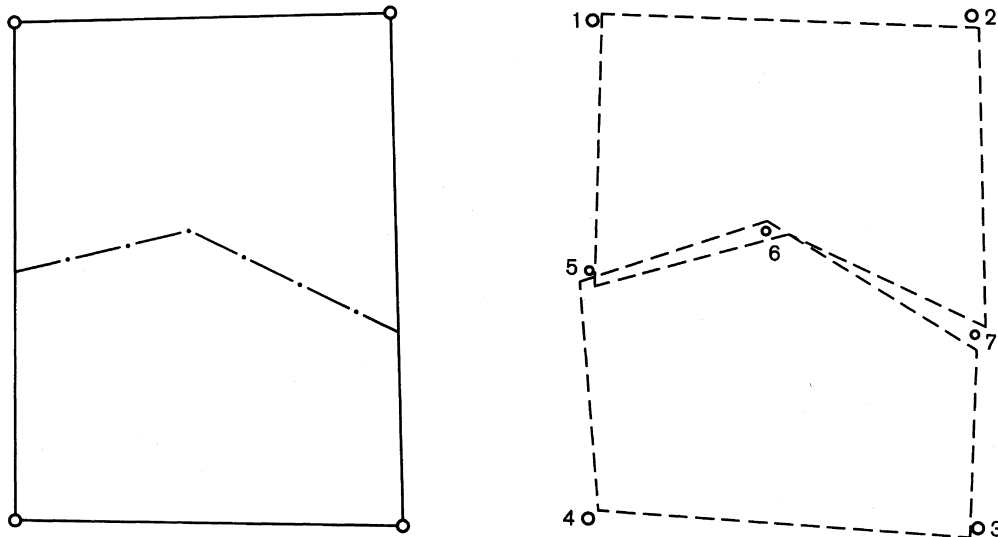


Abb. 8: Deformationen des digitalisierten Datenbestandes gegenüber dem Sollzustand

durch Umfahren der Klassenabschnitte erleidet ein Block die in Abbildung 8 beispielhaft skizzierten Deformationen.

Die Widersprüche im Datenbestand beruhen darauf, daß aufgrund der Digitalisier- und teilweise auch der Kartierungsungenauigkeit

- die digitalisierten Koordinaten von Blockumringspunkten nicht mit deren berechneten Sollkoordinaten übereinstimmen (in Abbildung 8 Fall 1, 2, 3, 4),
- mehrfach digitalisierte Klassenabschnittsgrenzpunkte mit unterschiedlichen Koordinaten gespeichert sind (Fall 5, 6, 7),
- Schnittpunkte von Klassenabschnittsgrenzen mit Blockgrenzen nicht auf dem Blockumring liegen (Fall 5, 7).

Um ein widerspruchsfreies digitales Modell der Zuteilungskarten zu erhalten, in dem Flächen- und Wertabstimmungen entfallen, müssen demnach

- die digitalisierten Blockumringskoordinaten durch die berechneten Sollkoordinaten ersetzt werden,
- mehrfach digitalisierte Koordinaten von Klassenabschnittsgrenzpunkten gemittelt werden,
- Schnittpunkte von Klassenabschnittsgrenzen mit dem Blockumring in die jeweilige Blockgrenze eingerechnet werden.

Diese Maßnahmen zur Vermeidung von Abstimmungen sind in der „Flurbereinigungsanweisung NW“ bereits vorgesehen [FlurbAnw NW 12.5 – 7.2]. Sie kommen allerdings bislang nicht zur Anwendung, da bei der derzeitigen Offline - Digitalisierung nach einem entspre-

chenden Auswertelauf Fehler in erheblichem Umfang verbleiben, deren Aufdeckung und Korrektur sehr zeitaufwendig sind. Diese Fehler werden bei Verzicht auf den Auswertelauf durch die Flächenabstimmung unterdrückt.

Es ist also zu untersuchen, wie der Erfassungsaufwand bei Gewährleistung eines fehlerfreien und homogenen Datenbestandes minimiert werden kann (vgl. Kapitel 5.1).

4.1.3 Unterstützung des Planungsvorganges

4.1.3.1 Rechnergestützte Planung

Aus dem Arbeitsabschnitt, der mit dem zu konzipierenden System der Automation zugeführt werden soll, muß der eigentliche Planungsvorgang ausgeklammert werden. Die bisherigen Ansätze zur Automatisierung dieses komplexen Problems lassen eine vollautomatische Erstellung des Zuteilungsentwurfs als für absehbare Zeit nicht möglich erscheinen (vgl. Kapitel 2.3). An ein System zur integrativen Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung muß aber die Forderung gestellt werden, den Planungsvorgang bestmöglich zu unterstützen.

Als Alternative zur vollautomatischen Erstellung des Zuteilungsentwurfs wird häufig die interaktive Planung am Bildschirm genannt [Klempert 1974, Kropff 1977,

Batz 1980, Heupel 1980, Kaufmann 1981, Zippelius 1981]. Dies setzt voraus, daß dem Planer die aus den Zuteilungskarten gewonnenen Daten für einen interaktiven Zugriff zur Verfügung stehen. Dabei erfolgt nicht nur ein Abrufen gespeicherter Daten, aus den vom Planer getroffenen Festlegungen müssen vielmehr auf der Grundlage der gespeicherten Daten Zuteilungsberechnungen erfolgen und deren Ergebnisse angezeigt werden.

Diese Vorgehensweise ist aber nur sinnvoll, wenn die Antwortzeiten von Seiten der Rechenanlage den Arbeitsfortgang nicht behindern. Andererseits sind die Rechenvorgänge häufig für eine Auswertung der angezeigten Ergebnisse bzw. weitere Planungsüberlegungen unterbrochen. Hieraus ist zu folgern, daß eine Lösung mittels Großrechner und Datenfernverarbeitung nicht zu befriedigenden Ergebnissen führt. Es muß vielmehr angestrebt werden, das zu entwickelnde System auf einem Minicomputer zu implementieren, der auf Dialogbetrieb ausgelegt ist, genügend Rechen- und Speicherkapazität auch für komplexere Algorithmen und umfangreichere Daten bietet, aber dennoch kostenmäßig für dezentrale Datenverarbeitung in Frage kommt. Der Einsatz ‚vor Ort‘ und die Bedienung durch den Planer oder einen Mitarbeiter stellen allerdings erhöhte Anforderungen an den Programmablauf und an den Bedienungskomfort.

4.1.3.2 Lamellenbildung

Für Parallelzuteilungen bietet sich durch die automatische Lamellenbildung eine wichtige Ergänzung zur Planung mit sofortiger Einrechnung am Bildschirm an. Aus einem solchen Blockteilverzeichnis kann durch einfache Differenzbildung die für den Planungsvorgang wichtige Aufgliederung der Abfindungsfläche nach Klassen erhalten werden. Aus der Lamellenhöhe läßt sich die Lage der Flurstücksgrenzen überschläglich schätzen. Eine strenge Einrechnung braucht erst zu erfolgen, wenn die definitive Entscheidung für eine Planvariante erfolgt ist.

Durch die Benutzung von Lamellen kann der Rechnerbedarf gegenüber der ausschließlichen Planung am Bildschirm entscheidend vermindert werden. Insofern ist die Möglichkeit der Lamellenbildung auch bei einer auf Planung mit sofortiger Einrechnung am Bildschirm ausgerichteten Konzeption eine unverzichtbare Anforderung.

4.1.4 Durchgängige Automatisierung der Zuteilungsberechnung

Die angestrebte durchgängige Automationskette von der Wertberechnung im neuen Bestand bis zum Abfindungsnachweis führt zu der Forderung, alle auftretenden Zuteilungsfälle aus dem aufgebauten Datenbestand heraus vollautomatisch bzw. zumindest automationsgestützt bearbeiten zu können. Eine eventuell für einzelne Problemstellungen notwendige manuelle Zuteilungsberechnung führt nicht nur zu einer Unterbrechung der Automationskette für ein Flurstück, sondern verhindert zumeist auch eine automatische Bearbeitung für eine Reihe weiterer benachbarter Flurstücke, für die dann ebenfalls eine konventionelle Einrechnung und ein dadurch bedingtes manuelles Ablocken der Ergebnisse erforderlich werden.

Es sollen daher im weiteren typische Zuteilungsfälle und die daraus resultierenden Anforderungen aufgezeigt werden. Zunächst ist festzustellen, daß die Zuteilung in der Regel innerhalb eines Blocks erfolgt, der vollständig in Flurstücke aufgeteilt wird. Dieses auf einen Block beschränkte Vorgehen bietet sich auch für die Datenerfassung und die Datenspeicherung an, die ebenfalls blockweise erfolgen können. Dadurch stehen die jeweils benötigten Daten unmittelbar zur Verfügung.

4.1.4.1 Parallelzuteilung

Als erste Zuteilungsmöglichkeit ist die Parallelzuteilung anzusprechen, die in Abbildung 9 dargestellt ist. Dabei kann die Zuteilungsrichtung auch anders denn als Parallele zu P1 P2 festgelegt sein, so z.B. als Senkrechte zu einer Grenze oder durch zwei Grenzpunkte in Verbindung mit je einem Maß in Richtung auf den im Uhrzeigersinn im Blockumring folgenden Punkt.

Bei einem Vergleich der Abbildungen 7 und 9 wird die Verwandtschaft der Problemstellungen Lamellenbildung und Parallelzuteilung deutlich. Während bei der Erzeugung regelmäßig breiter Blockteile die Flächen und daraus Werte der einzelnen Klassenabschnitte bzw. Klassenabschnittsteile bis zu einer durch einen Abstand vorgegebenen Schnittgeraden berechnet werden sollen, sind bei der Einrechnung von Parallelplänen aus dem vorgegebenen Wert der Abstand der Schnittgeraden und daraus die Grenzpunktkoordinaten zu ermitteln. Hierzu muß der Lamellenalgorithmus lediglich mit

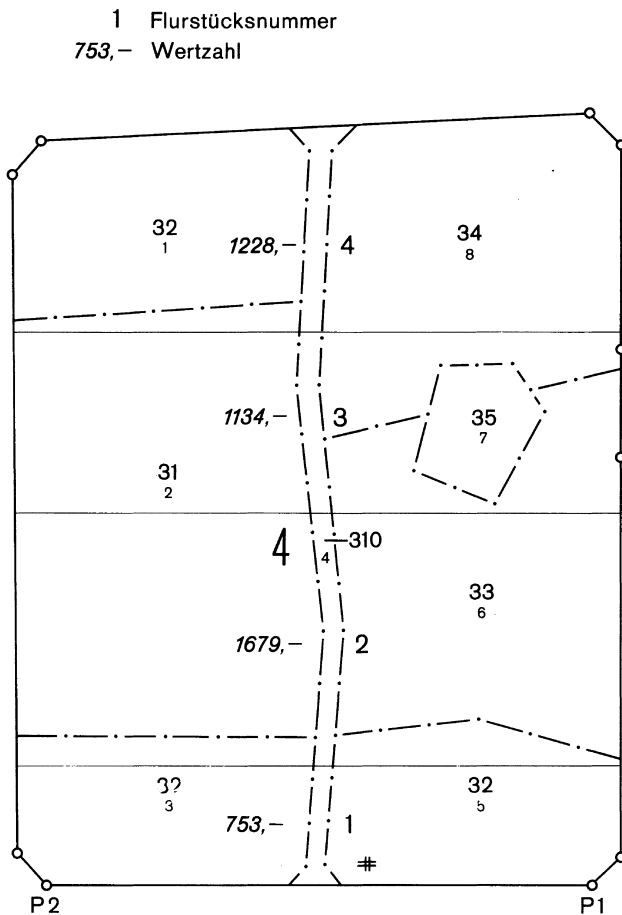


Abb. 9: Parallelzuteilung

einem Iterationsalgorithmus verknüpft werden. Die Bestimmung der Schnittgeraden für das zweite Flurstück kann durch Zuteilung der Wertsumme des ersten und zweiten Flurstücks auf die obige Lösung zurückgeführt werden und so fort.

4.1.4.2 Parallelzuteilung mit Trumpfgrenze

Bei einem Wechsel der Zuteilungsrichtung innerhalb eines Blockes kann die beschriebene Vorgehensweise dann nicht mehr angewendet werden, wenn – wie in Abbildung 10 dargestellt – neue Flurstücksgrenzen nicht allein mit dem Blockumring, sondern mit bereits zugeordneten Flurstücksgrenzen einen Schnitt bilden sollen. Die obige Lösung ist allerdings für den Fall voll übertragbar, daß die Flurstücksgrenze, auf die weitere Flurstücksgrenzen aufstoßen, (hier als ‚Trumpfgrenze‘ bezeichnet) zu einer Blockgrenze wird. Die Zuteilung erfolgt dann nicht aus einem Block, sondern aus zwei verschiedenen Blöcken heraus. Der Block 4 muß also entlang der Trumpfgrenze geteilt werden.

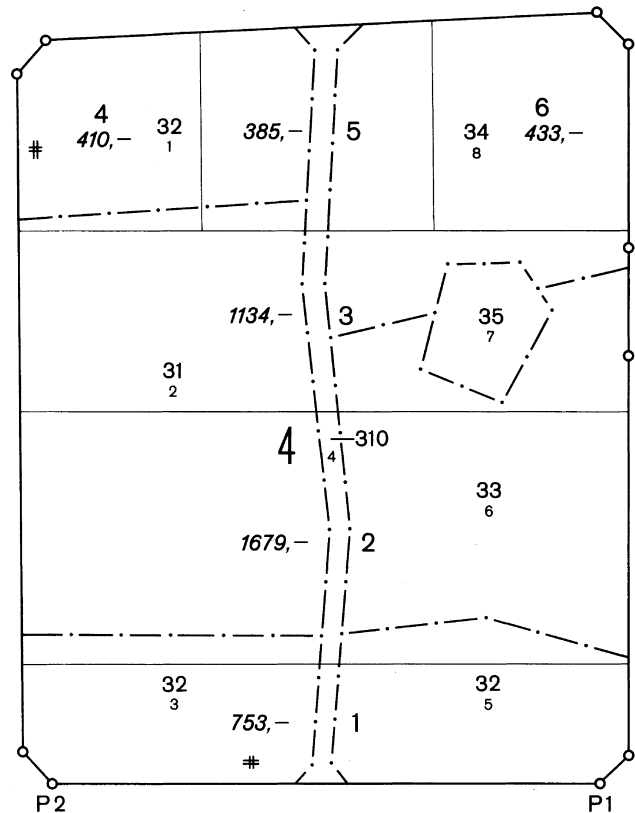


Abb. 10: Parallelzuteilung mit Trumpfgrenze

Die Zerlegung eines Blockes könnte selbstverständlich durch eine Neudigitalisierung als zwei separate Blöcke erfolgen. Diese Lösung ist nicht nur wegen des damit verbundenen Arbeitsaufwandes unbefriedigend: Zum einen führt die Neudigitalisierung wegen der unvermeidbaren Digitalisierungsungenauigkeiten zu anderen Klassenabschnittsflächen und damit zu abweichenden Blockwerten. Eine Abstimmung auf den früheren bzw. den intendierten Blockwert ist nicht möglich, da dies der auf Übereinstimmung zwischen gespeicherter Fläche – und damit auch Wert – und aus Koordinaten zu ermittelnder Fläche ausgelegten Datenspeicherung widerspricht. Denkbar wäre nur eine rechnerische Verschiebung der Klassengrenzen zur Erzielung des Blockwertes. Zum anderen ist für die Digitalisierung aber auch teure graphische Peripherie erforderlich, deren Einsatz bei der Zuteilungsberechnung – wie bereits in Kapitel 3.3 erläutert – die Wirtschaftlichkeit einer automatischen Bearbeitung stark einschränkt.

Hieraus folgt, daß eine Möglichkeit geschaffen werden muß, einen Block einschließlich des für ihn gespeicherten Klassenabschnittsnetzes rechnerisch in zwei Teilblöcke zu zerlegen. Die Bearbeitung von Parallelzuteilungen mit Trumpfgrenze kann dann so erfolgen, daß

zunächst bis zur Trumpfgränze der Parallelzuteilungsalgorithmus zur Anwendung kommt. Anschließend ist der Ausgangsblock mit den Koordinaten der letzten beiden Grenzpunkte rechnerisch zu zerlegen. Da dieser Vorgang im widerspruchsfreien Datenbestand erfolgt, stimmt das Ergebnis mit den für die Teilblöcke intendierten Werten überein. In dem noch nicht zugeteilten Teilblock können dann weitere Zuteilungen, in dem dargestellten Beispiel Parallelzuteilungen, erfolgen.

Aus diesen Überlegungen wird deutlich, daß für die Zerlegung – wie auch für die übrigen Auswertalgorithmen – die Homogenität des Datenbestandes eine unabdingbare Voraussetzung, zumindest aber eine erhebliche Vereinfachung darstellt.

4.1.4.3 Durch Punkte bzw. Maße festgelegte Zuteilung

In Abbildung 11 sind einige Beispiele für durch Punkte bzw. Maße festgelegte Zuteilungen aufgeführt. Die Grenze zwischen den Flurstücken 3 und 4 gegen 1 und 2 soll durch den umkringelten Klassenabschnittsgrenzpunkt parallel zu P1P2 verlaufen. Hierzu müssen die Koordinaten des Klassenabschnittsgrenzpunktes abrufbar sein. Es können dann die Schnittpunkte mit dem Umring berechnet werden. Anschließend dient der oben bereits angesprochene Blockzerlegungsalgorithmus zur Aufgliederung in zwei Teilblöcke.

Die Realisierung der im wesentlichen entlang der ehemaligen Wegeseite verlaufenden Grenze zwischen den Flurstücken 1 und 2 erfolgt in analoger Weise durch Schnittpunktberechnungen mit nachfolgender erneuter Zerlegung des unteren Teilblocks. Nach weiteren Schnittpunktberechnungen und einer Zerlegung des oberen Teilblocks ist das Flurstück 4 als eigener Teilblock herausgetrennt. Somit umfassen die Flurstücke 1 und 4 jeweils genau einen Teilblock, der als bedingter Block ganz zuteilt werden kann.

Bei den bislang aufgezeigten Beispielen ist der Wert kein Bestimmungskriterium für die Grenzfestlegung. Der in den Zuteilungsentwurf eingetragene Wert ist nur eine Näherungsangabe; der genaue Wert liegt erst nach der Einrechnung bzw. hier konkret nach der Zerlegung vor. Häufig tritt auch eine Kombination aus vermaßter und wertmäßiger Festlegung auf: Die rechte Grenze des Flurstücks 6 ist durch Maß und Richtung bestimmt, die obere Grenze ergibt sich aus dem Wert, der parallel zu P1P2 durch Iteration realisiert werden soll. Auch dieser

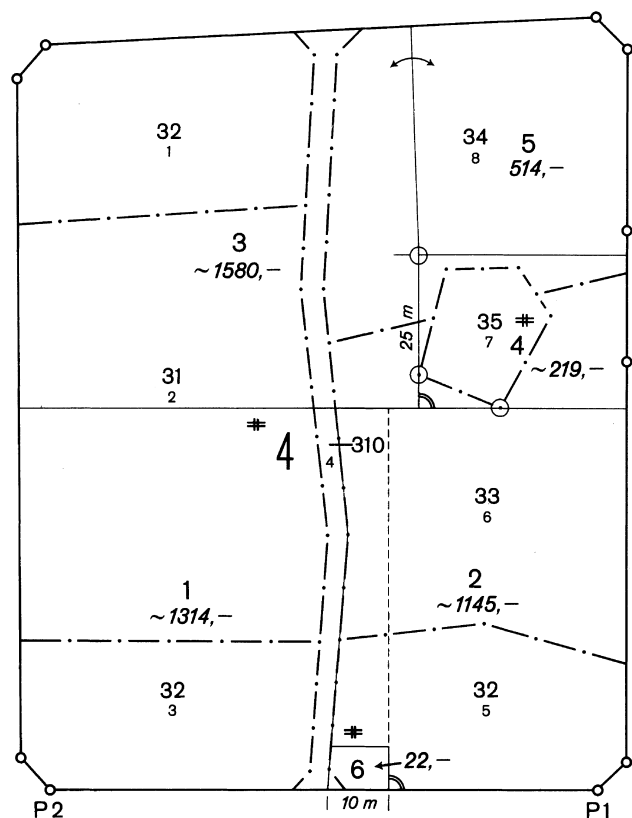


Abb. 11: Durch Punkte bzw. Maße festgelegte Zuteilung; verschwenkte Zuteilung

Fall ist mit den bisher angesprochenen Algorithmen lösbar. Zunächst muß der die Flurstücke 2 und 6 umfassende Teilblock durch die in Abbildung 11 gestrichelt dargestellte Senkrechte zu P1P2 zerlegt werden. In dem schmalen linken Teilblock kann anschließend der intendierte Wert rechnerisch iteriert werden. Mit den so gefundenen Koordinaten wird dann nochmals eine Zerlegung in dem die Flurstücke 2 und 6 umfassenden Gebilde durchgeführt. Dadurch erhält man Teilblöcke, die mit jeweils einem dieser beiden Flurstücke identisch sind.

4.1.4.4 Verschwenkte Zuteilung

Bei der verschwenkten Zuteilung ist einer der beiden neuen Grenzpunkte fest vorgegeben. Der zweite Grenzpunkt ist wertabhängig durch Drehen der Grenze zu bestimmen. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 11 die Grenze zwischen den Flurstücken 3 und 5, die aus dem für das Flurstück 5 festgelegten Wert zu ermitteln ist. Für den Teilblock, der genau die durch Verschwenkung zuzuteilenden Flurstücke umfaßt, läßt sich auch diese Problemstellung vollautomatisch in Anlehnung an den

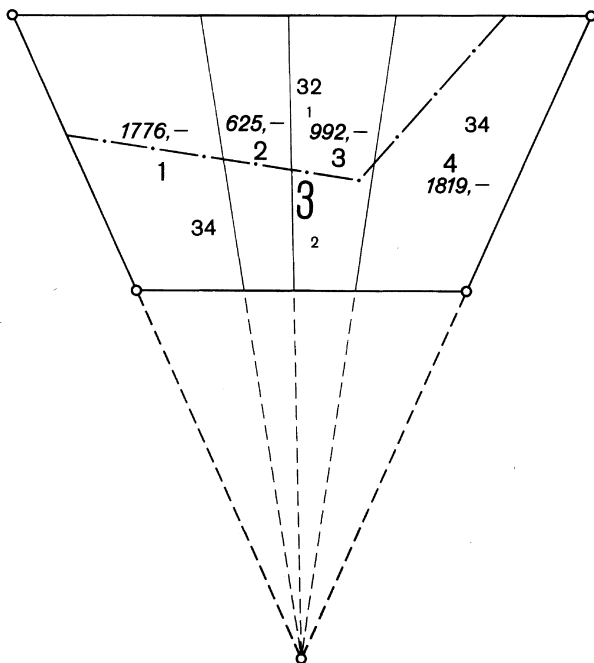


Abb. 12: Verschwenkte Zuteilung

Lamellenalgorithmus lösen, der ja die Flächen und Werte der einzelnen Klassenabschnitte bzw. Klassenabschnittsteile bis zu einer vorgegebenen Geraden bestimmt. Es ist lediglich ein gegenüber der Parallelzuteilung geänderter Iterationsalgorithmus vorzuschalten, der die Zuteilungsrichtung wertabhängig dreht.

Diese Lösung läßt sich auch auf die in Abbildung 12 dargestellte Zuteilung anwenden, bei der die Blockschiefe gleichmäßig auf alle Flurstücke verteilt werden soll. Die Verschwenkung erfolgt dann nicht um einen im Blockumring liegenden Punkt, sondern vielmehr um den außerhalb des Blocks liegenden Schnittpunkt der Blockseiten. Wie bei der Parallelzuteilung sind zwei neue Grenzpunkte als Schnittpunkte der nach Werten zu bestimmenden Geraden mit dem Blockumring zu berechnen.

4.1.4.5 Einlegen von Wegen oder polygonalen Grenzen nach Werten

Das Einlegen von Wegen läßt sich wie die Zuteilung mit durch Maße festgelegten Grenzen über Zerlegung realisieren. Diese Vorgehensweise führt dann unmittelbar zum Ziel, wenn beide Wegeseiten z.B. durch Koordinaten oder Maße gegeben sind. Nicht ohne weiteres anwendbar ist diese Lösung allerdings für den Fall, daß eine Wegeseite nach Werten zu bestimmen ist.

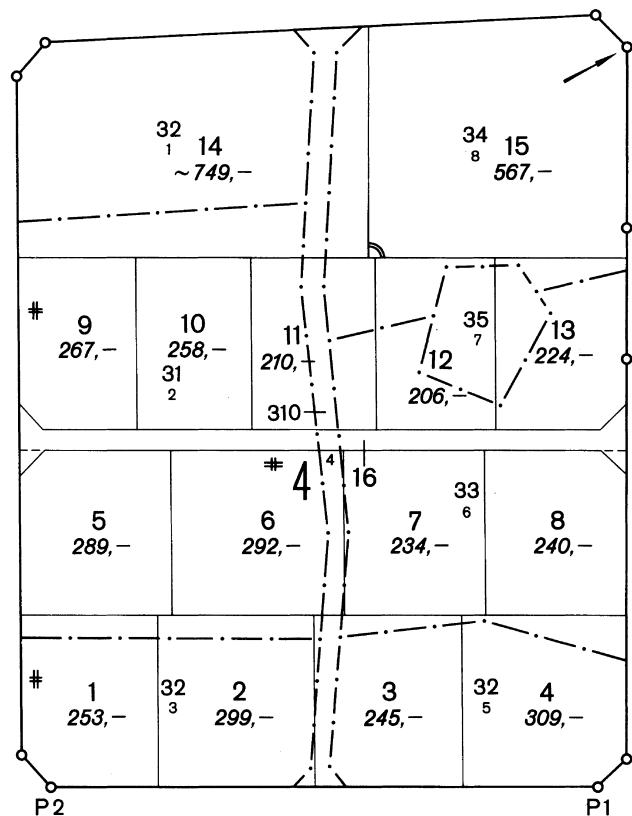


Abb. 13: Wegeeinlegung nach Werten

Ein Beispiel hierfür findet sich in Abbildung 13. Die untere Wegeseite ist dabei so zu berechnen, daß die für die Flurstücke 1 bis 8 geplante Wertsumme in dem diese Flurstücke umfassenden Teilblock verbleibt. Die hier geforderte Wertiteration ist aufgrund der Kehren nicht mehr mit einer Geraden, sondern mit einem Polygon durchzuführen. Hierzu muß der Zerlegungsalgorithmus mit einem Iterationsalgorithmus gekoppelt werden, wobei in dem Beispiel auch die Wegepunktberechnung zur Ermittlung der Koordinaten der Kehrenpunkte als Grenzpunktkoordinaten für die nachfolgende Zerlegung in den vollautomatischen Ablauf einzubeziehen ist.

Bei der Vielzahl der möglichen Grenzfestlegungen ist es allerdings zweifelhaft, ob sich der hohe Aufwand für eine vollautomatische Lösung aller denkbaren Fälle als notwendig erweist. Dieser gemessen an der Gesamtheit der Zuteilungen relativ seltenen Problemstellung mit ihrer Vielzahl von Varianten und Sonderfällen ist eine lediglich automationsgestützte, interaktive Realisierung durchaus angemessen. Dabei muß der Bediener durch Wiederholung des Ablaufs mit anderen Eingabeparametern Teilfunktionen des Lösungsablaufs – im wesentlichen die Iteration und die Koordinierung der Grenzpunkte – steuern.

Im vorliegenden Beispiel bedeutet dies eine Rückführung der Iteration auf eine Gerade, indem die auf die unteren Kehlen entfallenden Werte geschätzt und der zu realisierenden Wertsumme zuaddiert werden. Nach vollautomatischer Iteration der (in Abbildung 13 in die Blockseiten hinein gestrichelt verlängerten) Geraden und Koordinierung der Kehrenpunkte erfolgt eine Zerlegung, aus der man den Wert des Teilblockes erhält. Eine Wiederholung dieses Vorgangs kann insbesondere dann notwendig werden, wenn fraglich ist, in welche Klasse die Kehrenflächen fallen.

Eine noch weitgehendere Übertragung der Iteration auf den Bearbeiter wird bei einer interaktiver Durchführung der in Abbildung 14 skizzierten Zuteilung mit bereits erläuterten Funktionen erforderlich. Hierbei nimmt man zweckmäßigerweise analog zum ‚Metermanöver‘ eine überschlägliche Annäherung an den zu realisierenden Wert mit anschließender proportionaler Verschiebung vor, wobei die graphische Flächenermittlung durch Koordinierung mit nachfolgender Zerlegung ersetzt wird. Trotz dieser Annäherung an die konventionelle Vorgehensweise verbleibt als Vorteil für das automationsgestützte Verfahren, daß die Koordinierung der Grenzpunkte und die Istflächenberechnung der Flurstücke als integrale Bestandteile der Zuteilungsberechnung erfolgen. Außerdem stehen die bei der Zuteilungsberechnung ermittelten Daten für weitere Bearbeitungsschritte, vornehmlich die Erstellung des Abfindungsnachweises, unmittelbar zur Verfügung.

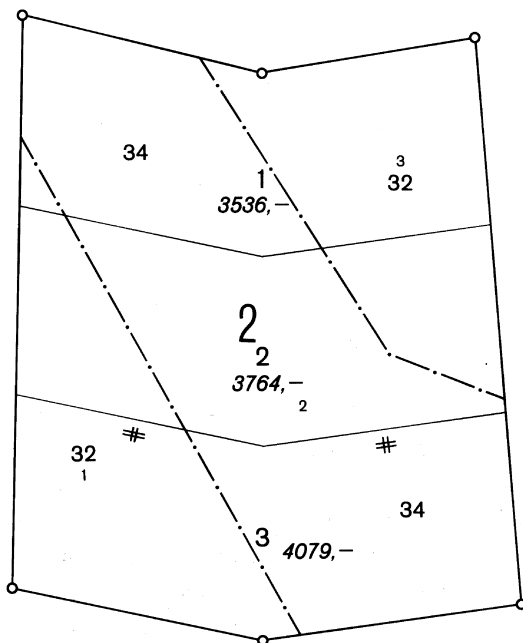


Abb. 14: Zuteilung polygonaler Grenzen nach Werten

4.1.4.6 Blockübergreifende Zuteilung

Die bislang für eine automatische Bearbeitung der Zuteilung skizzierten Lösungswege setzen sämtlich voraus, daß die zuzuteilenden Flurstücke die Blockgrenzen nicht überschreiten. Dies ist auch der Regelfall: Die Blockeinteilung wird darauf ausgelegt, daß die Blockgrenzen nach der Zuteilung mit Flurstücksgrenzen zusammenfallen. Im Laufe der Planung ist es allerdings zuweilen notwendig, die vorgenommene Blockeinteilung zu verändern. Dabei kann z.B. ein Weg verschoben werden müssen, um einen Nachbarblock auf eine festgelegte Wertzahl zu vergrößern, oder auch eine als bedingt angesehene Grenze nunmehr entfallen. Häufig soll das Ergebnis nicht in einem Flurstück bestehen, das die Summe der betroffenen Blöcke umfaßt, die zu aggregierenden Blöcke sind vielmehr wieder neu in Flurstücke zu unterteilen. Ein einfaches Beispiel ist in Abbildung 15 dargestellt.

Um aus den Blöcken 5 und 6 die Flurstücke 11 und 12 zu erhalten, reicht es nicht aus, lediglich die Flächen und Werte aufzusummieren. Damit Zuteilungsalgorithmen angewendet werden können, müssen die beiden Blöcke rechnerisch zu einem Block zusammengefügt werden. Da dieser neu entstehende Block die zu bildenden Flurstücke vollständig umfaßt, kann die Zuteilung aus diesem Block heraus nach den oben erläuterten Methoden erfolgen. Die blockübergreifende Zuteilung ist durch die Möglichkeit der Blockaggregation auf den Regelfall der Zuteilung aus einem Block heraus zurückgeführt.

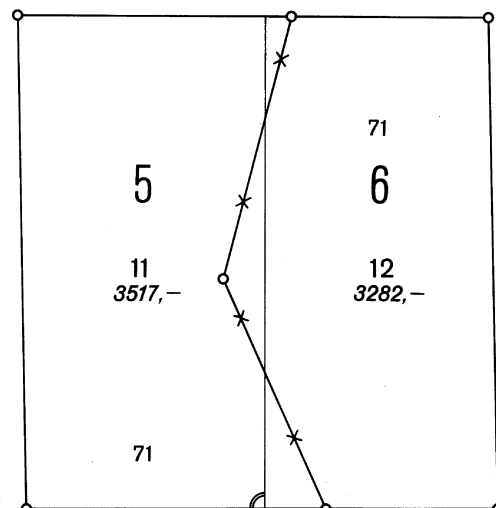


Abb. 15: Blockübergreifende Zuteilung

Selbstverständlich könnte auch die rechnerische Blockzusammenfügung durch eine Neudigitalisierung substituiert werden. Die Argumente hiergegen sind bereits in Kapitel 4.1.4.2 im Zusammenhang mit der Blockzerlegung angeführt worden, worauf hier verwiesen werden soll.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch die geforderten Iterationsalgorithmen für geradlinige Zuteilungen, die Möglichkeit zur Blockzerlegung und zur Blockaggregation sowie vermessungstechnische Berechnungen alle Zuteilungsfälle einer automatischen Bearbeitung aus den bei der Wertberechnung im neuen Bestand ermittelten Daten heraus zugeführt werden können. Dabei läßt sich der überwiegende Teil der Zuteilungen vollautomatisch einrechnen, während die übrigen Zuteilungsfälle immerhin automationsgestützt mit mehr oder minder großen Eingriffen seitens des Bearbeiters realisiert werden können.

Die in Kapitel 4.1.3.1 erhobene Anforderung ‚Dialogfähigkeit‘ ist nach der Analyse der für eine durchgängige Automation der Zuteilungsberechnung notwendigen Systemfunktionen nicht nur durch die Unterstützung des Planungsvorgangs begründet. Die Zuteilungsberechnung mit den verschiedensten Sonderfällen ist ein so komplexer Vorgang, daß auf den steuernden Eingriff des Menschen nicht verzichtet werden kann. Da sich automatische und automationsgestützte Bearbeitungsteile nicht eindeutig von einander trennen lassen, sondern vielfach miteinander verknüpft sind bzw. sich wechselseitig bedingen, muß ein System zur Automation der Zuteilungsberechnung auf interaktives Arbeiten hin ausgerichtet sein.

4.1.5 Fortführungsfähigkeit

Eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung der Zuteilungsberechnung aus den bei der Wertberechnung im neuen Bestand erfaßten Daten besteht darin, daß sämtliche Änderungen, die zwischenzeitlich an den Blockgrenzen erfolgt sind, (Fortführungen) durch numerische Operationen automatisch oder automationsgestützt in den Datenbestand übernommen werden können. Eine Neudigitalisierung darf nur in Ausnahmefällen notwendig sein.

Im weiteren sollen einige Beispiele für Fortführungen gegeben und die daraus resultierenden Anforderungen benannt werden.

4.1.5.1 Koordinatenänderung

Ein häufig auftretender Fall besteht darin, daß sich die Koordinaten eines Blockgrenzpunktes geringfügig, d.h. innerhalb der Kartiergenauigkeit in der Zuteilungskarte, ändern. Hierauf muß nach konventioneller Vorgehensweise eine neue Flächenberechnung für die betroffenen Blöcke und bei einer Flächenänderung eine erneute Abstimmung der Klassenabschnittsflächen auf die Blockfläche mit entsprechender Wertänderung erfolgen.

Diese Vorgehensweise kann nur bedingt auf die automatische Bearbeitung übertragen werden, da eine Flächenabstimmung mit der Forderung nach Widerspruchsfreiheit zwischen gespeicherten Flächenangaben und den aus der gespeicherten Geometrie – den Koordinaten der Klassenabschnittsgrenzpunkte – zu berechnenden Flächen konfligiert. Ein Widerspruch bleibt allerdings auch bestehen, wenn auf die Abstimmung ersatzlos verzichtet wird, da dann die Summe der Klassenabschnittsflächen nicht mehr mit der Blockfläche übereinstimmt.

Zur Behebung des Widerspruchs ist in jedem Fall außer der Flächenberechnung für den Gesamtblock aus den Grenzpunktkoordinaten eine Flächenberechnung für den bzw. die Klassenabschnitte erforderlich, die von dem geänderten Punkt begrenzt werden. Diese Maßnahme allein reicht bei einer Koordinatenänderung des in Abbildung 13 mit einem Pfeil gekennzeichneten Grenzpunktes aus, da bei diesem Punkt in den benachbarten Blockgrenzen keine Schnittpunkte einer Klassenabschnittsgrenze mit dem Blockumring vorhanden sind.

Nach der Koordinatenänderung eines der anderen Punkte repräsentieren die gespeicherten Daten die in Abbildung 16 übersteigert dargestellte Situation. Es wird deutlich, daß die Punkte, die durch auf benachbarte Blockgrenzen aufstoßende Klassenabschnittsgrenzen

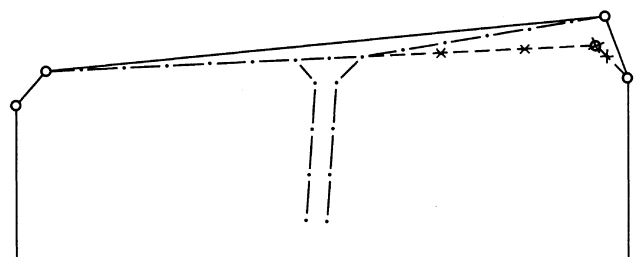


Abb. 16: Geometrischer Widerspruch nach einer Koordinatenänderung

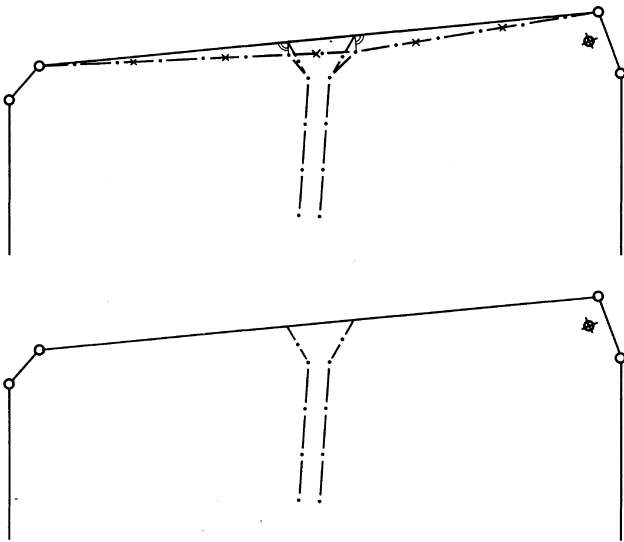


Abb. 17: Auflösung des geometrischen Widerspruchs durch Transformation

bestimmt sind, zumindest rechnerisch nicht mehr – wie in Kapitel 4.1.2 gefordert – im Blockumring liegen. Da diese Punkte lediglich bei der Flächenberechnung für die Klassenabschnitte, nicht aber bei der Blockflächenberechnung berücksichtigt werden, ergibt sich eine Differenz zwischen der Summe der Klassenabschnittsflächen und der Blockfläche.

Der Widerspruch ist vereinfacht dadurch zu beseitigen, daß die angesprochenen Klassenabschnittsgrenzpunkte nach der Koordinatenänderung eines benachbarten Blockgrenzpunktes, wie in Abbildung 17 dargestellt, in die neue Blockgrenze transformiert werden. Daran anschließend hat eine neue Flächenberechnung und Verwertung für die Klassenabschnitte zu erfolgen.

Der Vorteil gegenüber der in Kapitel 4.1.5.4 skizzierten strengen Lösung liegt bei der vorgeschlagenen Methode darin, daß sie nach Eingabe der neuen Koordinaten innerhalb eines Blocks vollautomatisch ablaufen kann, so daß der erforderliche Aufwand den der ja auch bislang erforderlichen Blockflächenberechnung nicht übersteigt.

4.1.5.2 Einfügen von Blockgrenzpunkten

Eine mit der Koordinatenänderung verwandte Problemstellung besteht darin, weitere Grenzpunkte in den Blockumring einzufügen. Selbst wenn diese Punkte beispielsweise als abgehende Grenzen für Nachbarblöcke in der durch die bisherige Grenze gebildeten Geraden

liegen sollen, ist durch die Rundung der Koordinaten auf Zentimeter eine rechnerische Abweichung aus der Geraden von bis zu 0,7 cm denkbar. Insbesondere bei langen Grenzen können daher Flächenabweichungen für Block- und Klassenabschnittsflächen auftreten.

Wie bei der Koordinatenänderung ergibt sich ferner als Folge der Punkteinfügung, daß in die bisherige Grenze eingerechnete Klassenabschnittsgrenzpunkte nun nicht mehr streng im Blockumring liegen. Eine vereinfachte Lösung kann hierbei darin bestehen, die betroffenen Klassenabschnittsgrenzpunkte in die neuen Blockgrenzen zu transformieren und den neuen Blockgrenzpunkt in den entsprechenden Klassenabschnitt einzufügen. Anschließend sind aus dem veränderten Datenbestand heraus wieder neue Flächenberechnungen und Verwertungen durchzuführen. Ein entsprechendes Beispiel ist in Abbildung 18 skizziert.

Um zu vermeiden, daß durch die Transformation der Klassenabschnittsgrenzpunkte größere Verzerrungen des Klassenabschnittsnetzes verursacht werden, muß der Abstand der einzufügenden Sollpunkte von der bisherigen Grenze auf die Kartiergenauigkeit in der Zuteilungskarte limitiert sein. Auch der Punkteinfügings-

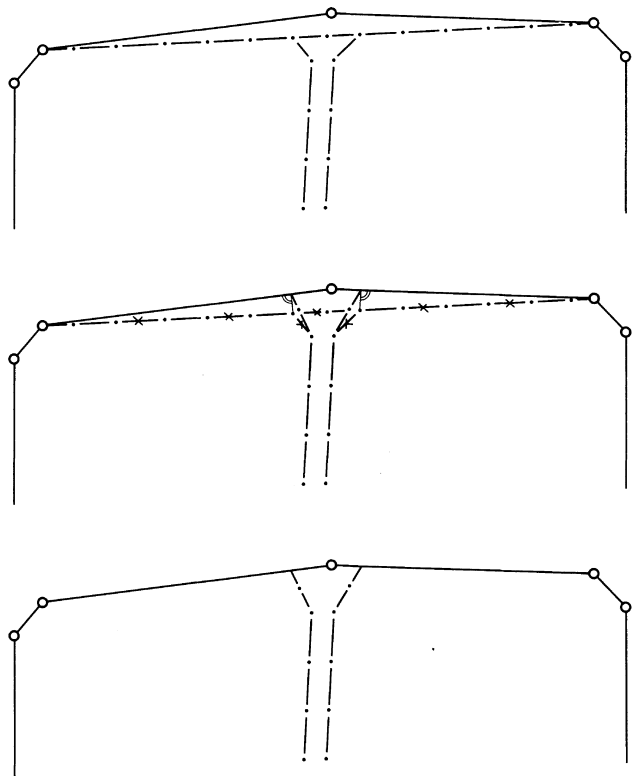


Abb. 18: Geometrischer Widerspruch nach einer Grenzpunkteinfügung und seine Auflösung durch Transformation

algorithmus kann nach Eingabe des einzufügenden Punktes auf einen automatischen Ablauf innerhalb eines Blocks ausgerichtet werden, so daß der Aufwand im Rahmen des auch bislang erforderlichen bleibt.

4.1.5.3 Eliminieren von Blockgrenzpunkten

Das Entfernen von Grenzpunkten aus dem Blockumring stellt die zu Kapitel 4.1.5.2 entgegengesetzte Problemstellung dar. Es sollen auch hierbei nur solche Fälle subsumiert werden, in denen der zu eliminierende Punkt höchstens einen Abstand von 0,2 mm in der Zuteilungskarte von der nach seiner Entfernung neu entstehenden Grenze hat. Diese Problematik kann als Koordinatenänderung (nämlich strenges Einrechnen in die neue Blockgrenze) mit anschließendem Entfernen des in der Gerade liegenden Punktes aufgefaßt werden, wie Abbildung 19 verdeutlicht.

Eine Besonderheit tritt dann auf, wenn der zu entfernende Blockgrenzpunkt, wie in Abbildung 20 skizziert, gleichzeitig Grenzpunkt zweier Klassenabschnitte ist. In diesem Fall darf der Punkt nach dem Einrechnen in die Gerade nicht entfernt werden; es ist vielmehr eine Qualitätsänderung – aus dem Blockgrenzpunkt wird ein in der Blockgrenze liegender Klassenabschnittsgrenzpunkt – vorzunehmen.

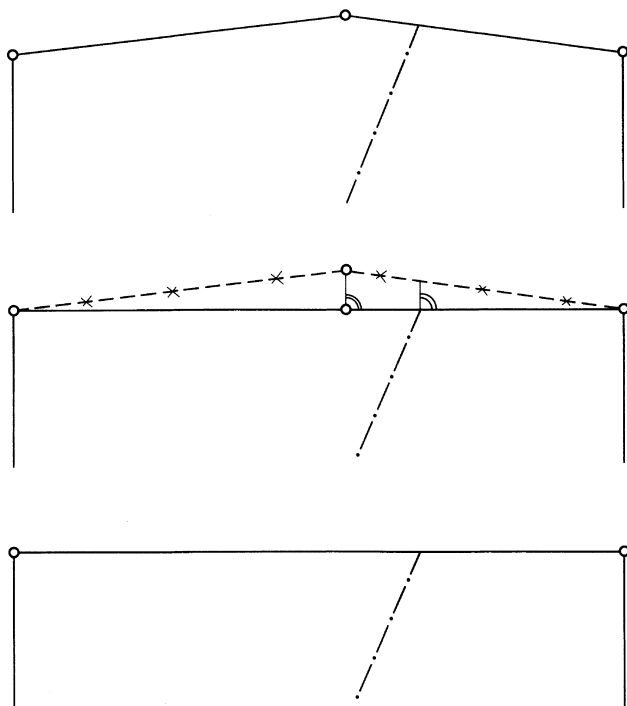


Abb. 19: Eliminieren eines Blockgrenzpunktes

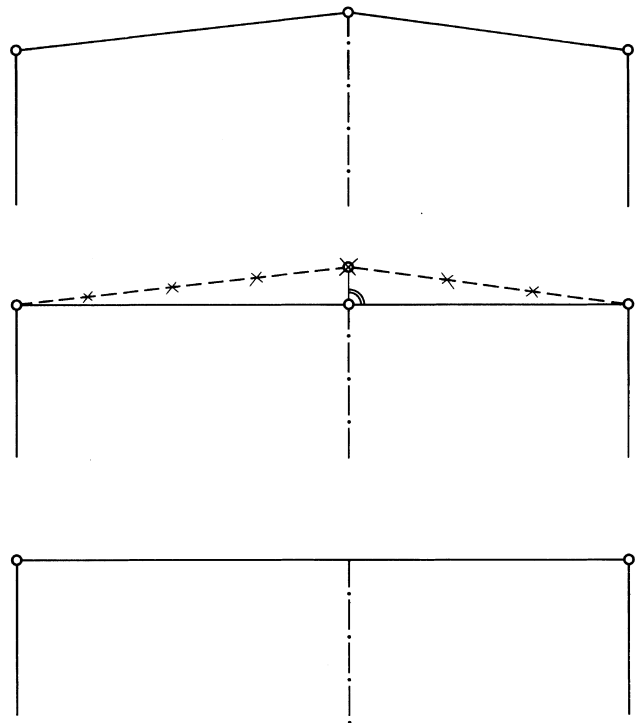


Abb. 20: Eliminieren eines Blockgrenzpunktes, der gleichzeitig Grenzpunkt von zwei Klassenabschnitten ist

4.1.5.4 Änderung der Blockeinteilung

Die bislang aufgeführten Fortführungsfälle sind lediglich für die rechnerische Bearbeitung relevant und wirken konventionell nur mittelbar durch die Änderung der Blockfläche auf die Wert- und Zuteilungsberechnung. Die graphische Darstellung bleibt mit Ausnahme einzufügender bzw. zu entfernender Grenzpunktsignaturen unverändert. Überschreiten dagegen die Änderungsbeiträge die Zeichengenauigkeit, so daß sie auch graphisch sichtbar werden, läßt sich die bisher dargestellte Vorgehensweise wegen der damit verbundenen Verzerrungen des Klassenabschnittsnetzes nicht mehr anwenden.

Auch andere Näherungslösungen zur Anpassung der Klassenabschnittsgrenzen – wie z.B. durch Schnittbildung – greifen nicht, wenn die Änderung zu einer Vergrößerung des Blocks führt, da über die außerhalb des bisherigen Blocks verlaufenden Klassengrenzen bei einer blockweise erfolgenden Bearbeitung zunächst keine Informationen vorliegen. So würde die in Kapitel 4.1.5.1 erläuterte Vorgehensweise bei einer Koordinatenänderung in Block 16 zu dem im oberen Teil der Abbildung 21 dargestellten Ergebnis führen. Ebenfalls falsch wird die so bearbeitete Koordinatenänderung für

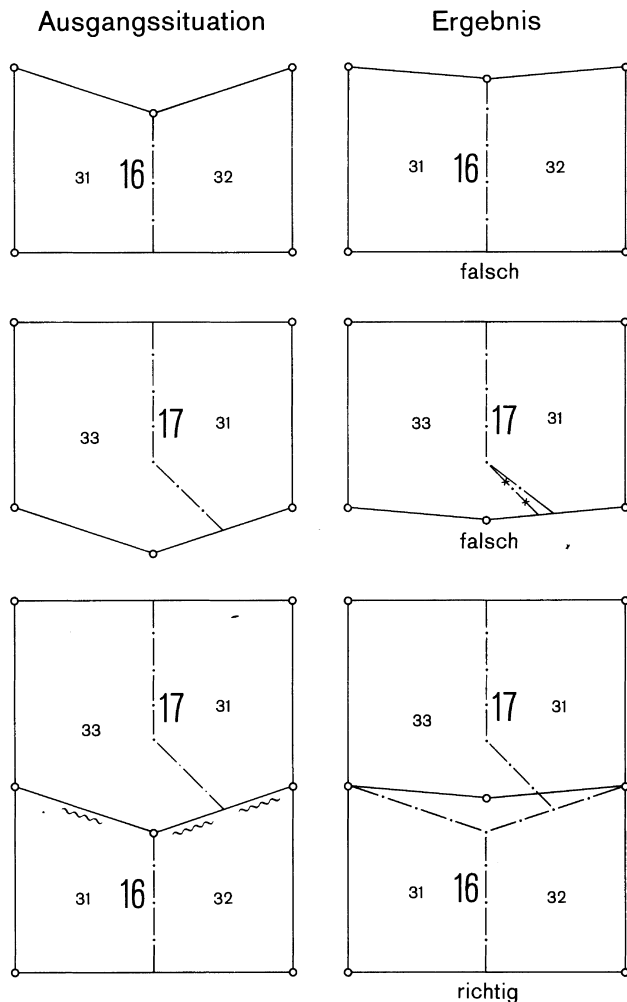


Abb. 21: Verfälschung der Klassenabschnittsgrenzen bei Durchführung einer größeren Koordinatenänderung nach der in Kapitel 4.1.5.1 angegebenen Methode

den benachbarten Block 17, wie der mittlere Teil der Abbildung 21 zeigt. Erst die gemeinsame Betrachtung der beiden Blöcke läßt das richtige Resultat erkennen (Abbildung 21 unten).

Koordinatenänderungen, Einfügungen und Eliminierungen von Punkten, die einen Verschiebungsbetrag oberhalb der Zeichengenauigkeit bewirken, müssen als Änderungen der Blockeinteilung aufgefaßt werden. In diese Kategorie fallen ebenfalls Umgestaltungen des Wege- und Gewässernetzes. Auch hierbei ist eine Bearbeitung auf der Grundlage des erfaßten Datenbestandes anzustreben. Lediglich bei einer vollständigen Umgestaltung ganzer Fluren kann eine Neuerfassung erwogen werden.

Bei näherer Analyse der in Abbildung 21 dargestellten Problemstellung wird die enge Verwandtschaft zu der blockübergreifenden Zuteilung deutlich. Auch hier muß die isolierte Bearbeitung eines Blocks aufgegeben werden. Das aus dem Block 17 herauszunehmende Teilstück ist mitsamt den darauf entfallenden Klassenabschnittsteilen mit dem Block 16 zu vereinigen. Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, daß bei der Zuteilung die Blöcke erhalten bleiben und aus lediglich als Zwischenprodukt interessierenden Teilblöcken neue Flurstücke geschaffen werden, während hier die Ausgangsblöcke durch die veränderten ersetzt werden sollen.

Eine automationsgestützte Bearbeitung solcher Änderungen der Blockeinteilung ist daher auch mittels der bereits im Zusammenhang mit der Zuteilung erläuterten Funktionen ‚Blockaggregation‘ und ‚Blockzerlegung‘ möglich. So wird das richtige Ergebnis in Abbildung 21 durch Aggregieren der Blöcke 16 und 17 zu einem Gesamtblock mit anschließender Zerlegung erhalten. Anders als bei der Zuteilung müssen die neu entstandenen Blöcke hier in die Datenspeicherung aufgenommen werden und darin bereits vorhandene Blöcke ersetzen.

In gleicher Weise können auch umfangreiche Wegnetzänderungen durch sukzessives Aggregieren und nachfolgendes Zerlegen der betroffenen Blöcke durchgeführt werden.

4.1.5.5 Änderung des Klassennetzes

Änderungen im Klassennetz können in rein qualitative und qualitativ-geometrische Änderungen unterschieden werden. Die rein qualitative Änderung erfordert lediglich einen Austausch der Wertverhältniszahl, und damit der Klassenbezeichnung, für eine ansonsten unveränderte Fläche. Für eine automationsgestützte Lösung bedeutet dies eine Änderung des Flächenattributs im Datenspeicher. Anschließend hat eine neue Verwertung zu erfolgen.

Bei einer qualitativ-geometrischen Änderung müssen dagegen Eingriffe in die Geometrie des Klassennetzes vorgenommen werden. In der Regel ist hierzu eine Neu- bzw. eine Ergänzungsdigitalisierung erforderlich. Lediglich kleinere Maßnahmen, wie z.B. das Verschie-

ben eines Punktes, lassen sich auch rein numerisch durch Eingabe der neuen Koordinaten am Bildschirm erledigen. Allerdings treten qualitativ-geometrische Änderungen in dem Stadium nach der Wertberechnung im neuen Bestand selten auf.

Häufiger dagegen ist ein anderer Fall, der ebenfalls qualitativ-geometrische Änderungen bewirkt. Durch die manuelle Übertragung des Klassennetzes und die zweimalige Digitalisierung im alten und neuen Bestand bzw. durch die Transformationen und Anpassungsmaßnahmen bei der Flächenverschneidung erhält man kleinere Differenzen zwischen den beiden Wertberechnungen, die sich bei unverändert wieder zugeteilten Flurstücken, und damit vor allem in Ortslagen, störend bemerkbar machen. Hier grenzen oft hoch bewertete Flächen an wesentlich geringer bewertete, so daß eine kleine Abweichung in einer Klassenabschnittsgrenze zu deutlichen Wertdifferenzen führt.

Bislang wurden gegenüber dem Altbestand unveränderte Klassenabschnitte bei der Digitalisierung im neuen Bestand zusätzlich mit der Fläche im Altbestand versehen und aus der Abstimmung auf die Blockfläche ausgeklammert [Rußer 1975]. Diese Vorgehensweise ist auf die integrative Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung nicht übertragbar, da sie mit der geforderten Widerspruchsfreiheit des Datenbestandes konfligiert.

Die der integrativen Bearbeitung angemessene Lösung besteht darin, gegebenenfalls die ohnehin einer Flächenabstimmung unterworfenen Wertberechnung im Altbestand an die Wertberechnung im neuen Bestand anzugleichen. Dies läßt sich durch die Einführung einzelner unveränderter Klassenabschnittsflächen aus dem neuen Bestand in den Altbestand unter Ausklammerung aus der Abstimmung auf die im Liegenschaftskataster nachgewiesenen Flurstücksflächen mit geringem Aufwand erreichen. Anpassungsmaßnahmen im neuen Bestand können dagegen wegen der geforderten Widerspruchsfreiheit ausschließlich darin bestehen, die Klassenabschnittsgeometrie, also die gespeicherten Koordinaten, für den neuen Bestand so zu verändern, daß die geforderten Flächen und damit Werte repräsentiert sind. Um den hierzu erforderlichen Aufwand zu minimieren, ist für diese Maßnahme ein weitgehend automatischer Ablauf anzustreben. Allerdings läßt die für jeden Einzelfall notwendige Wertung, wo und bis zu welchem Betrag eine Verschiebung erfolgen soll, eine interaktive Lösung mit der Übertragung dieser Entscheidungen auf den Bediener angeraten erscheinen.

4.1.6 Interaktionsfähigkeit

In der bisherigen Analyse des zu automatisierenden Gesamtkomplexes hat sich an einer Reihe von Stellen gezeigt, daß eine durchgängig vollautomatische Lösung nicht in Frage kommt. Es ist vielmehr häufig ein steuernder Eingriff des Bedieners erforderlich. In bezug auf die Planungsunterstützung liegt die Ursache dafür im generativen Charakter des Planungsvorgangs, bei dem weitere Entscheidungen erst aus vorher festgestellten – hier durch den Rechner zu ermittelnden – Ergebnissen resultieren.

Bei der Zuteilungsberechnung ist es nicht sinnvoll, alle auftretenden Sonderfälle einer vollautomatischen Lösung zuzuführen, wenn eine automationsgestützte Bearbeitung mit vorhandenen Systemfunktionen ebenfalls möglich ist. Hier ist abzuwägen, ob der für eine vollautomatische Realisierung notwendige zusätzliche Analyse- und Programmieraufwand durch die Häufigkeit des Zuteilungsfalles und die erzielbare Zeitersparnis gerechtfertigt ist.

Fortführungen beinhalten beispielsweise im Zuge der Angleichung der Wertberechnungen im alten und neuen Bestand die Notwendigkeit für einen Bedienereingriff, da Wertungen zu treffen sind, bei denen über die Geometrie hinausgehende Gesichtspunkte berücksichtigt werden müssen.

In allen dargestellten Fällen ist eine Kommunikation zwischen Mensch und Maschine erforderlich, bei der gegenseitig Informationen ausgetauscht werden. Zu dieser wechselseitigen Kommunikation leisten beide beteiligten Kommunikatoren einen wesentlichen Beitrag, durch den sie jeweils den weiteren Verlauf determinieren und sich somit gegenseitig in ihrem Verhalten beeinflussen. Dieser Automationstyp wird als ‚teilautomatisierte Interaktion‘ bezeichnet und findet sich häufig bei kartographischen Problemfeldern [Schwenk 1978]. Die diesem Automationstyp immanente Funktionstrennung kommt in den angeführten Beispielen deutlich zum Ausdruck. Dem Automaten werden vom Bediener festumrissene Aufgaben zugewiesen. Auf der Grundlage der dabei ermittelten Ergebnisse trifft der Bearbeiter Entscheidungen und steuert durch Übertragung neuer Aufgaben an die Maschine den weiteren Programmablauf.

Die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine läuft in Form eines Dialogs ab. Von der Ausgestaltung

dieses Dialogs und der Funktionstrennung zwischen Mensch und Maschine ist die Effizienz des Gesamtsystems hauptsächlich abhängig. Grundprämisse für die Ausgestaltung des Dialogs ist dabei die Ausrichtung an dem Menschen gewohnten Kommunikationsformen [Schwenk 1979].

Für eine Präsentation von Ergebnissen seitens des Automaten bedeutet dies, daß neben Zahlen textuelle Erläuterungen in der Sprache und dem Begriffsumfeld des Bedieners verwendet werden müssen. Zusätzlich können akustische oder optische Signale zur Warnung oder Hervorhebung dienen.

Dieser Grundsatz kann auch auf die vom Menschen zu tätigen Eingaben bezogen werden. Da aber eine Eingabe textueller Kommandos über die Schreibmaschinentastatur sehr zeitaufwendig ist, wird eine Codierung der Befehle vorgenommen. Diese Codierung kann zum Beispiel in der Wahl einer bestimmten Taste für ein Kommando oder im Einsatz eines sogenannten Menüfeldes auf dem Digitizer bestehen. Sofern die Entschlüsselung für den Bediener nicht beispielsweise durch eine entsprechende Beschriftung der Tasten oder der Menüfelder vorgegeben ist, muß sie zumindest nach Bedarf, d.h. nach Eingabe eines globalen ‚Help-Kommandos‘, vom Automaten angezeigt werden.

Aus der obigen Prämisse läßt sich eine weitere Forderung ableiten. Der zu automatisierende Komplex ist eine graphische Problemstellung, was sich daran zeigt, daß konventionell die Wertberechnung, die Erstellung des Zuteilungsentwurfs und die Zuteilungsberechnung anhand von Karten erfolgen. Die Analog-Digital-Wandlung bei der Digitalisierung wird vorgenommen, da ein Rechner nur digitale Signale verarbeiten kann. Die Darstellung der Ergebnisse zur Kontrolle oder zur Weiterverarbeitung muß sich aber am Bediener orientieren, der Text und Zahlen erst wieder in graphische Vorstellung wandeln mußte. Graphische Sachverhalte müssen daher in graphischer Form vom Automaten präsentiert werden.

Für einen ‚graphischen Dialog‘ sind graphische Bildschirme nötig, die entsprechende Eingaben und eine schnelle Neupräsentation ermöglichen. Als Eingabefunktion ist vor allem das ‚Zeigen‘ durch den Bediener für graphische Problemstellungen unerlässlich. Hierzu gibt es eine Reihe unterschiedlicher Realisierungen, wie z.B. den Lichtgriffel oder auch die Steuerung eines Fadenkreuzes über Tasten, Drehschrauben, Rollkugel, Steuerknüppel oder graphisches Tablett.

Anwendungen für graphische Präsentation und Interaktion finden sich bei der Digitalisierung als Ergebnis- und Fortschrittskontrolle bzw. zur Korrektur sowie bei der Bearbeitung von Fortführungen oder bei der Zuteilung zur Visualisierung von Blockzerlegungen und Blockaggregationen bzw. zum Anzeigen und Markieren einzelner Punkte oder Klassenabschnitte. Für ein zu erstellendes System folgt daraus, daß die Möglichkeit zum Auszeichnen der Blöcke sowie zum Ansprechen und Manipulieren von Punkten und Flächen an einem graphischen Bildschirm gegeben sein muß.

Wegen der Form des Dialogs ist das Antwortverhalten des Systems für die Effizienz relevant. ENCARNACAO zieht die Grenze, bis zu der noch von einem interaktiven System gesprochen werden kann, recht vage. Danach muß die Antwortzeit „für den Benutzer gleichzeitig zweckdienlich und befriedigend“ sein [Encarnacao 1975, S. 35]. Für kartographische Anwendungen kommen fast ausschließlich Minicomputer mit Echtzeit-Betriebssystemen zum Einsatz. Funktionen, die größeren Zeitaufwand benötigen, wie z.B. das Bilden und Ausschreiben von Lamellen, müssen nach dem Funktionsaufruf ohne Operator-Eingriff ablaufen. Zudem empfiehlt es sich, hierfür eine Stapelung vorzusehen, wodurch solche Funktionen für mehrere Blöcke oder gar Fluren gemeinsam aufgerufen werden können.

Bezüglich der Funktionstrennung zwischen Mensch und Automat ist zu beachten, daß der Mensch vornehmlich steuernde Eingriffe tätigt. Aufwendige Rechenprozesse, wie z.B. Wertiterationen mit den damit zusammenhängenden Schnittbildungen, Flächenberechnungen, Verwertungen und Aufsummationen, müssen weitestgehend automatisch ablaufen, d.h. vom Automaten erledigt werden.

Unter diesen Voraussetzungen bietet eine interaktive Konzeption wesentliche Vorteile gegenüber einer batch-orientierten Version. Bei einer Batch-Lösung müssen sämtliche zur Bearbeitung notwendigen Festlegungen vorab nach einem starren Schema eingegeben werden. Dies erfordert zum einen eine exaktere Analyse eines komplexen Problems als bei einem interaktiven Vorgehen, bei dem die Festlegungen mit fortschreitendem Arbeitsablauf sukzessive erfolgen können. Zum anderen ist durch das enge Schema eine wesentlich stärkere Systemkenntnis bzw. ein Nachschlagen in den Handbüchern erforderlich, während ein interaktives System die Bearbeitung durch Anbieten von Funktionen in Form eines geführten Dialogs erheblich erleichtert. Dies ist insbesondere bei dem geplanten dezentralen Einsatz

von Bedeutung, bei dem auch nicht ständig mit EDV oder gar dem gleichen Programmsystem betrauten Bearbeitern die Nutzung ohne Erlangung detaillierter Systemkenntnisse und ohne längere Einarbeitungszeit ermöglicht werden muß.

Weiterhin ist die ständige Eingriffsmöglichkeit von Vorteil, die eine flexible Reaktion auf Zwischenergebnisse gestattet. Bei einer ausschließlich auf Stapelverarbeitung beruhenden Version müßte erst ein neuer Programmlauf mit veränderten Eingabeparametern stattfinden. In diesem Zusammenhang ergibt sich allerdings auch ein Vorzug eines batch-orientierten Systems: Das Berechnen von Alternativen mit nur geringfügig geänderten Ausgangsparametern verursacht weniger Aufwand als bei einer interaktiven Vorgehensweise.

Ein weiterer Vorteil interaktiven Arbeitens liegt in der Möglichkeit begründet, unmittelbar nach einer Eingabe eine Überprüfung auf Plausibilität vornehmen zu können. Fehler lassen sich unmittelbar nach ihrem Auftreten vor Ablauf des nächsten Schrittes aufdecken und dem Bediener anzeigen. Hierdurch kann eine sofortige Korrektur vorgenommen werden, so daß Folgefehler nicht entstehen und eine langwierige nachträgliche Fehlersuche entfällt. Dies ist insbesondere für die Datenerfassung und dabei speziell für die Digitalisierung von Belang.

Das zu entwickelnde System sollte daher auf interaktives Arbeiten unter Beachtung einer optimalen Funktionstrennung zwischen Mensch und Automat ausgerichtet sein, dabei die einzelnen Arbeitsschritte weitestgehend durch Plausibilitätskontrollen absichern und gegebenenfalls Korrekturmöglichkeiten anbieten.

4.2 Grobkonzept

Vor einer detaillierteren Behandlung von einigen für die EDV-mäßige Realisierung besonders relevanten Problemfeldern und vor der Entwicklung von programmierbaren Algorithmen soll zunächst ein Grobkonzept für ein Programmsystem zur automatischen bzw. automationsgestützten Wert- und Zuteilungsberechnung skizziert werden. Dabei kann eine Untergliederung des gesamten Komplexes in sechs weitestgehend selbständige Bereiche erfolgen, die zwar teilweise aufeinander aufbauen, ansonsten aber jeweils in sich abgeschlossen sind.

Im einzelnen sind dies:

- die Übernahme der Ausgangsdaten,
- die Digitalisierung der Zuteilungskarten,
- das Erstellen der Block- und Blockteilverzeichnisse,
- die Bearbeitung von Fortführungen,
- die Zuteilungs- und Absteckungsberechnung und
- die Auswertung des Flurstücksspeichers.

Durch Systematisierung und Operationalisierung der in Kapitel 4.1 entwickelten Anforderungen ergibt sich eine Präzisierung der einzelnen Teilsysteme entsprechend dem folgenden Funktionskatalog:

I Übernahme der Ausgangsdaten

- Eingabe des Wertermittlungsrahmens, Erstellung eines Computer-Ausdrucks zur Kontrolle der richtigen Übernahme, ggf. Korrektur bzw. Fortführung;
- Eingabe der Gemeinde- und Gemarkungsnamen und ihrer für das Verfahren gültigen Schlüsselzahlen, Erstellung eines Computer-Ausdrucks zur Kontrolle der richtigen Übernahme, ggf. Korrektur bzw. Fortführung;
- Übernahme der Blockumringskoordinaten von dem Datenträger (vgl. Anlage 2), Prüfung der richtigen Übernahme durch sofortige Flächenberechnung und Vergleich mit der Sollfläche sowie Vergleich der Punktzahl, ggf. Korrektur bzw. Fortführung;
- Eingabe aller Klassenbezeichnungen aus der Zuteilungskarte bzw. aus dem Lochbeleg 'Klassenbezeichnungen', Erstellung eines Computerausdrucks zum Nachweis der richtigen Übernahme, ggf. Korrektur bzw. Fortführung;

II Digitalisierung der Zuteilungskarten

- Karteneinpassung zur Überführung der digitalisierten Tischkoordinaten in das Landessystem mittels überbestimmter Affintransformation, Anzeigen der Restklaffungen, Möglichkeit zum Löschen von Paßpunkten bzw. Hinzuziehen weiterer Paßpunkte;
- Digitalisierung des Klassenabschnittsnetzes in jedem Block, dabei:
 - Mittelung mehrfach bestimmter Koordinaten,
 - Ersetzen von digitalisierten Blockumringskoordinaten durch deren Sollkoordinaten,
 - Einrechnen von Schnittpunkten in die Blockgrenzen,
 - Prüfung auf vollständige und richtige Erfassung;
 - ggf. interaktive Korrektur;
 - ggf. Erfassung von Lamellenrichtung und -breite;
 - Abspeicherung der geprüften Daten;

III Erstellen der Verzeichnisse

Blockverzeichnis:

- Flächenberechnung für jeden Klassenabschnitt;
- Verwertung aufgrund der Klassenbezeichnung und des Wertermittlungsrahmens;
- Aufsummation;
- Ausschreiben in Formulare (vgl. Anlage 4);
- Erstellen von Übersichten für jede Flur;

Blockteilverzeichnis:

- rechnerische Unterteilung in Lamellen nach den bei der Digitalisierung erfaßten Vorgaben;
- Ermittlung der auf die einzelnen Klassenabschnitte bis zur Lamellengrenze entfallenden Flächen und Werte;
- Aufsummation;
- Ausschreiben in Formulare (vgl. Anlage 5);

IV Bearbeitung von Fortführungen

Grundfunktionen:

- Blockzerlegung;
- Aggregierung von Blöcken;
- Koordinatenänderung;
- Einfügung von Blockgrenzpunkten;
- Eliminieren von Blockgrenzpunkten;
- Punktnummernänderung;
- vermessungstechnische Berechnungen;
- Änderung von Klassenbezeichnungen;
- Einführen von Sollwerten;
- Alternative Lamellenbildung;
- Umflurung;

Hilfsfunktionen:

- Auszeichnen eines Blocks am graphischen Bildschirm, ggf. mit Bilden eines Ausschnitts (Window);
- Anzeigen von Koordinaten nach ‚Antippen‘ am graphischen Bildschirm;
- Markieren von Punkten und Flächen am graphischen Bildschirm;
- Wertiteration;
- Durchführung und formularmäßiger Ausschrieb der Flächenberechnung für einen Block;
- Berechnung und formularmäßiger Ausschrieb des Blockverzeichnisses für einen Block;
- Einfügen eines neugebildeten Blocks in die Dateien;
- Löschen der Daten eines Blocks;

V Zuteilungs- und Absteckungsberechnung

Grundfunktionen:

- Block bzw. Teilblock nach Wert iterierend zuteilen,

Ermittlung der Koordinaten der Schnittpunkte der neuen Grenze mit dem Blockumring;

- Block bzw. Blockteil ganz zuteilen (verwertet);
- Block bzw. Blockteil ganz zuteilen (unverwertet);
dabei jeweils
 - Erfassung der flurstücksbezogenen Daten
 - Wert
 - kostenpflichtige Wertzahl
 - Flurstücksnummer
 - Ordnungsnummer
 - Lagebezeichnung
 - Schlüsselzahlen der Nutzungsarten
 - besondere Rechtsverhältnisse,
- Formularmäßiger Ausschrieb der zu jedem Flurstück erfaßten und berechneten Daten unter die Daten des Ursprungsblocks (vgl. Anlage 6),
- Istflächenberechnung aus den gerundeten Flurstückskoordinaten (Absteckungsberechnung) und Ausschrieb in Formulare (vgl. Anlage 7),
- Abspeichern der erfaßten und berechneten Daten in Dateien (Flurstücksspeicher);
- Bilden eines Zuteilungskomplexes aus mehreren Blöcken;
- Vergleich von Fläche und Wert eines Blockes oder Zuteilungskomplexes mit der Summe der daraus zuteilten Flurstücksflächen und -werte;

Hilfsfunktionen:

- Blockzerlegung;
- Aggregierung von Blöcken;
- Eliminieren von Blockgrenzpunkten;
- vermessungstechnische Berechnungen;
- Auszeichnen eines Blocks am graphischen Bildschirm, ggf. mit Bilden eines Ausschnitts (Window);
- Anzeigen von Koordinaten nach ‚Antippen‘ am graphischen Bildschirm;
- Markieren von Punkten und Flächen am graphischen Bildschirm;

VI Auswertung des Flurstücksspeichers

- Korrektur der bei der Zuteilung erfaßten Daten;
- Ausschreiben der bei der Zuteilung berechneten und erfaßten Daten in einem nach aufsteigenden Flurstücksnummern geordneten Flurstücksverzeichnis (vgl. Anlage 8);
- Ableiten eines Datenträgers für die Erstellung des Abfindungsnachweises (vgl. Anlage 9);
- Ableiten der Datenträger ‚Koordinaten‘ und ‚Eckpunktfolge‘ der neuen Flurstücke (analog Anlage 2).

5 Realisierungsvorschläge für einige Problemfelder

Das Grundprinzip für das angestrebte System beruht darauf, die Daten im Rahmen der Wertberechnung im neuen Bestand widerspruchsfrei aus den Zuteilungskarten zu erfassen und so abzuspeichern, daß sie für eine interaktive Bearbeitung von Fortführungen und Zuteilungen zur Verfügung stehen. Hieraus ergeben sich als Hauptproblemfelder für eine EDV-mäßige Realisierung die Datengewinnung und dabei vor allem die Digitalisierung, die Datenspeicherung und die Auswertelgorithmen.

Um von dem vorgestellten Grobkonzept zu dem geplanten Programmsystem zu gelangen, muß eine weitere Analyse und Präzisierung in jedem Einzelpunkt des Funktionskatalogs durchgeführt werden. Eine Darlegung aller dabei angestellten Überlegungen sowie eine vollständige und detaillierte Beschreibung der Realisierung können allerdings wegen des großen Umfangs der Funktionen und der Komplexität der Problemstellungen nicht erfolgen.

Es sollen daher im weiteren exemplarisch die zu dem Lösungsvorschlag für ein Hauptproblemfeld führenden Analysen sowie die vorgenommene Realisierung dargestellt werden. Hierzu bietet sich der Digitalisierungsmodus an, bei dem die Vorteile der Interaktion, das Zusammenwirken von Automat und Bediener sowie die Relevanz von Plausibilitätskontrollen und Korrekturmöglichkeiten besonders deutlich werden. Die sich dabei ergebenden konzeptionellen Grundsätze und Methoden gelten auch für die übrigen Problemfelder, zu denen lediglich aspektuierend einige Hinweise in bezug auf die Realisierung gegeben werden sollen.

5.1 Digitalisierungsverfahren

Bei der konventionellen Vorgehensweise dient die Digitalisierung im Rahmen der Wertberechnung im neuen Bestand, wie in Kapitel 3 dargestellt, ausschließlich der Flächenermittlung. Entsprechend besteht auch das dabei angewendete Digitalisierungsverfahren darin, die einzelnen Klassenabschnittsflächen analog zur Planimetrierung zu umfahren. Eine Messungsauslösung findet allerdings nur an jedem Knickpunkt statt. Ungenauigkeiten der Messung, teilweise sogar fehlerhafte Messungen, wie z.B. das Auslassen von Knickpunkten, werden durch die

Abstimmung der Summe der Klassenabschnittsflächen auf die Blockfläche eliminiert.

Die Weiterverwendung der erfaßten Daten zur Planungsunterstützung und für die Zuteilungsberechnung stellt wesentlich höhere Anforderungen an die Digitalisierung, die sich in dem Begriff ‚Widerspruchsfreiheit‘ zusammenfassen lassen und in Kapitel 4.1.2 konkretisiert sind. Die dabei erforderlichen Maßnahmen sind in das obige Verfahren nicht ohne weiteres integrierbar, zu ihrer Realisierung bedarf es vielmehr eines zusätzlichen Auswertelaufes im Anschluß an die Digitalisierung.

Im weiteren soll analysiert werden, welches Digitalisierungsverfahren für eine widerspruchsfreie Erfassung der Klassenabschnittsgrenzen in den Blöcken am besten geeignet ist. Dabei sollen insbesondere der Aufwand für die Digitalisierung sowie für die Aufdeckung und Behebung von Fehlern, der erforderliche Geräteeinsatz und die Bearbeitungssicherheit einfließen.

Bezüglich der Heranziehung weiterer Digitalisierungsverfahren kann auf verwandte Problemstellungen aus der thematischen Kartographie zurückgegriffen werden. Offensichtlich handelt es sich bei Zuteilungskarten um choroplethische Darstellungen. Dem Klassenabschnittsnetz entsprechend muß als Grundlage für eine automatische Bearbeitung anderer choroplethischer Karten ein Netz administrativer Einheiten (beispielsweise Kreise, Arbeitsamtsbezirke oder Städte und Gemeinden) erfaßt werden [Witt 1967]. Die dazu bislang eingesetzten Methoden sollen ebenfalls auf ihre Tauglichkeit für die vorliegende Problemstellung untersucht werden.

Von vornherein ausgeschlossen werden können dagegen die von KLEMPERT behandelten Erfassungsverfahren mit manueller Numerierung [Klempert 1974]. Die damit verbundenen manuellen Nebenarbeiten, wie das Eintragen der Nummern in Risse oder Karten, sind zu zeitaufwendig und fehleranfällig und widersprechen damit der Intention der automatischen Bearbeitung. Alle im weiteren behandelten Verfahren kommen aufgrund des Digitalisierungschemas und entsprechender Auswerteverfahren ohne manuelle Numerierung aus.

Digitalisierungen werden bislang zu einem großen Teil offline durchgeführt, d.h. die erfaßten Daten werden

zunächst auf einem externen Datenträger gespeichert und erst nach Abschluß der Digitalisierung einer Auswertung durch eine EDV-Anlage zugeführt. Im Gegensatz dazu übernimmt die Rechenanlage bei der Online-Digitalisierung unmittelbar die Daten vom Digitizer. Hierdurch kann rechnerseits sowohl eine Steuerung der Digitalisierung als auch eine sofortige Überprüfung und Auswertung der Daten erfolgen. Dazu ist allerdings erforderlich, daß der Rechner auf Digitalisierungen ohne Wartezeiten reagiert, damit der Arbeitsablauf nicht behindert wird. Diese Voraussetzung ist bei Großrechnersystemen in der Regel nicht gegeben. Es müssen vielmehr Kleinrechner mit Echtzeit-Betriebssystemen oder zumindest graphische Satelliten, die zwar mit einem Großrechner gekoppelt sind, aber eigenständige Rechen- und Speicherkapazität besitzen, zum Einsatz kommen [Encarnação 1975]. Dieser erhöhte Geräteeinsatz ist nur vertretbar, wenn dadurch eine schnellere und sicherere Datenerfassung ermöglicht wird.

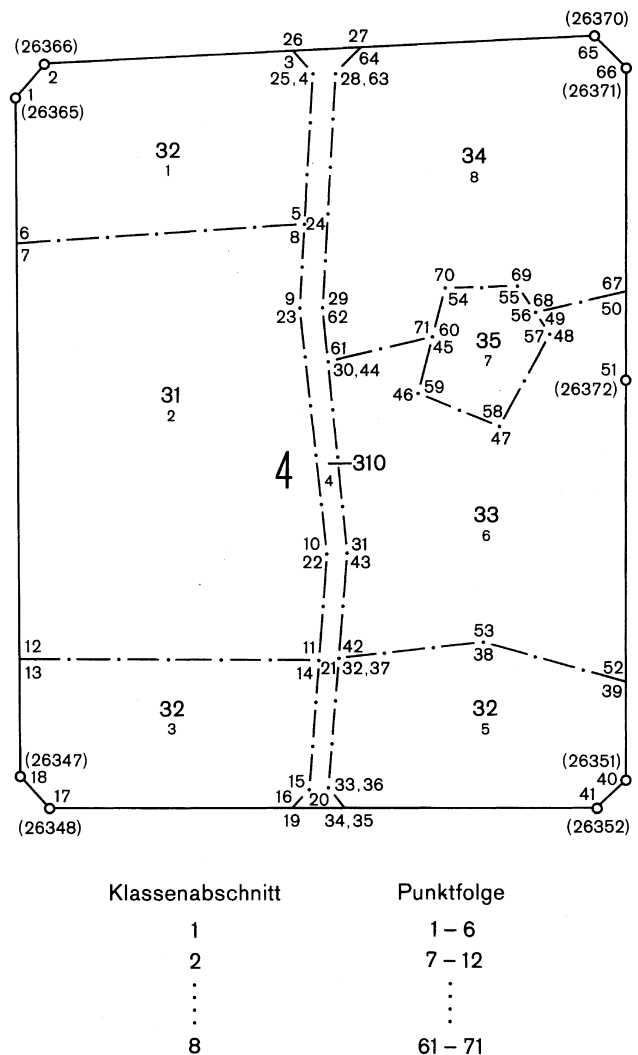
Es sollen daher zunächst verschiedene Offline-Digitalisierverfahren in bezug auf die Anwendung bei der Erfassung der Zuteilungskarten behandelt werden. Anschließend ist zu prüfen, ob und gegebenenfalls welche Vorteile eine Erweiterung dieser Verfahren auf eine Online-Bearbeitung bietet. Hieraus folgt dann ein Verfahrensvorschlag für die Digitalisierung.

5.1.1 Offline-Digitalisierung

5.1.1.1 Maschenorientiertes Verfahren

Der bislang für die Digitalisierung im Zuge der Wertberechnung im neuen Bestand angewendete Digitalisiermodus kann als maschenorientiertes Offline-Verfahren charakterisiert werden. Jeder Klassenabschnitt stellt dabei eine Masche des Klassenabschnittsnetzes dar. Die durch die Aufeinanderfolge der Eckpunktkoordinaten mögliche Beschreibung der Geometrie der einzelnen Klassenabschnitte wird unmittelbar durch das Digitalisierschema erhalten, das in Abbildung 22 skizziert ist.

Es wird deutlich, daß der größte Teil der Punkte mehrfach, hier bis zu dreimal, digitalisiert wird (beispielsweise 5, 8, 24). In der Abbildung sind für den gleichen Punkt unterschiedliche Nummern vergeben worden, da wegen Digitalisierungsungenauigkeiten Koordinatenabweichungen zwischen den einzelnen Messungen auftreten können.



Anzahl der Messungen: 71

Abb. 22: Digitalisierschema bei maschenorientierter Digitalisierung

Die Zusammenfassung zu einem Punkt durch Mittelbildung, das Ersetzen von digitalisierten Koordinaten durch die rechnerisch bestimmten Sollkoordinaten (Punkt 2 durch 26366, Punkt 65 durch 26370 usw.) und das Einrechnen von Punkten in die Blockgrenzen (beispielsweise die Punkte 3/26 und 27/64 in die Grenze 26366 - 26370) müssen durch einen Auswertelauf im Anschluß an die Digitalisierung erfolgen, der grob umrissen wie folgt ablaufen könnte:

- Einlesen der Koordinaten für einen Block,
- Auffinden von innerhalb eines Schwellenwertes benachbarten Punkten durch Koordinatenvergleich,
- Mitteln der Koordinaten dieser Punkte,
- Auffinden von innerhalb eines Schwellenwertes in der Nachbarschaft eines Blockgrenzpunktes liegenden Punkten durch Koordinatenvergleich,

- Ersetzen der digitalisierten Koordinaten durch die Sollkoordinaten,
- Auffinden von innerhalb eines Schwellenwertes in der Nähe einer Blockgrenze liegenden Punkten durch Berechnung und Vergleich des Lotabstandes,
- Ersetzen der Koordinaten durch die Fußpunktkoordinaten,
- Berechnung der Klassenabschnittsflächen, Aufsummation und Vergleich der Summe mit der Blocksollfläche,
- ggf. Fehlermeldung.

Das Problem besteht bei dieser Vorgehensweise darin, die konkrete Ursache für aufgetretene Fehler aufzudecken und zu beseitigen. Während grobe Fehler, wie z.B. das Auslassen eines Knickpunktes in einem Klassenabschnitt, durch ein Auszeichnen der digitalisierten Daten und einen Vergleich mit der Ausgangskarte gefunden werden können, lassen sich geringfügige Überschreitungen der Schwellenwerte aufgrund von Digitalisierungsungenauigkeiten graphisch kaum aufdecken. Wird die Toleranz, innerhalb derer gemittelt oder ersetzt werden soll, dagegen zu groß gewählt, sind fälschliche Zusammenfassungen benachbarter Punkte möglich. Hiergegen hilft nur eine Protokollierung zweifelhafter Bearbeitungen und eine anschließende Verifizierung anhand der Karte. Zur Fehlerbehebung kommt vornehmlich ein numerisches Editieren des Datensatzes in Frage. Dies ist sehr zeitaufwendig und wenig benutzerfreundlich, da die Umsetzung der graphischen Information in Zahlen vom Bediener zu leisten ist, was den in Kapitel 4.1.6 aufgestellten Prinzipien widerspricht.

Bei einem Teil der zu erwartenden Fehler, insbesondere bei Punktauslassungen, ist zudem eine Nachdigitalisierung nicht zu vermeiden. Dies ist durch die erneut anfallenden Rüstzeiten (Karteneinpassung usw.) aufwendig. Je nach Anzahl und Art der Fehler muß sogar eine vollständige Neudigitalisierung von Blöcken in Betracht gezogen werden. Auch dabei können natürlich Fehler unterlaufen, die erst in weiteren Schritten zu beheben sind.

Durch den Einsatz eines graphischen Bildschirms kann eine Beschleunigung der Fehlererkennung und der Fehlerbehebung erreicht werden. Gleichzeitig würde damit allerdings auch ein wesentlicher Vorteil der Offline-Digitalisierung zunichte gemacht, da bei dieser Bearbeitungsweise ja gerade auf die Verwendung von in Hardware und Software teureren interaktiven graphischen Systemen verzichtet werden soll.

Nachteilig wirkt sich speziell bei dem Flächenmodus aus, daß zahlreiche Punkte mehrfach erfaßt werden müssen. Durch die Koordinatenmittelung wird zwar die Genauigkeit der Digitalisierung gesteigert, dies kann allerdings bei Berücksichtigung des Entstehungsweges der Klassenabschnittsgrenzen, angefangen von der Wertermittlung bis zur Übernahme des Klassennetzes aus dem Altbestand in die Zuteilungskarten, nicht als Vorteil gelten, der einen höheren Erfassungsaufwand rechtfertigt. Außerdem sind durch die Digitalisierungsungenauigkeiten bei Mehrfachmessungen im Rahmen einer Offline-Digitalisierung zusätzliche Fehlerquellen vorhanden, die die Bereinigung des Datenbestandes im Auswertelauf und die nachfolgende manuelle Korrektur erschweren. Dagegen werden Abweichungen zwischen den Messungen, die auf grobe Fehler zurückzuführen sind, durch die Mehrfachmessung sicherer erkannt. Insofern sollte die Redundanz bei der Datenerfassung zur Absicherung gegen Fehler optimal nutzbar gemacht werden.

Vorteilhaft ist bei dem maschenorientierten Vorgehen vor allem, daß die einzelnen Flächen bei der Digitalisierung zusammengehörig erfaßt werden. Das Flächensystem ist unmittelbar durch die Aufeinanderfolge der digitalisierten und koordinatenmäßig überarbeiteten Punkte festgelegt. Zudem kann die Qualitätszuweisung zu den Flächen in einem Arbeitsgang mit der Digitalisierung erfolgen.

5.1.1.2 Segmentorientiertes Verfahren

Eine Reduzierung des Digitalisieraufwandes kann durch die Untergliederung des Netzes in Segmente erzielt werden. Ein Segment ist durch jeweils zwei Knoten begrenzt. Bei dem vorliegenden geschlossenen Flächensystem gehen von jedem Knoten mindestens drei Segmente aus. Zur Erfassung des Flächensystems genügt es, jedes Segment einmal separat zu digitalisieren. Dabei ist die Reihenfolge, in der die Segmente erfaßt werden, frei wählbar. In Abbildung 23 sind die Unterteilung eines Blocks in Segmente und eine mögliche Digitalisierungsreihenfolge dargestellt.

Es zeigt sich, daß auch bei dieser Vorgehensweise Punkte mehrfach erfaßt werden müssen: Die Knoten sind in jedem von ihnen ausgehenden Segment, also mindestens dreifach, zu digitalisieren. Die zwischen den einzelnen Knoten gelegenen Zwischenpunkte müssen dagegen durchgängig nur einmal angemessen werden.

Segmente), kann der dort für Prüfung und Korrektur des Netzes sowie Qualitätszuweisung angegebene Aufwand (ca. 150 % des Digitalisierungsaufwandes) als Anhalt für den zu erwartenden Zeitbedarf dienen [Menne 1979].

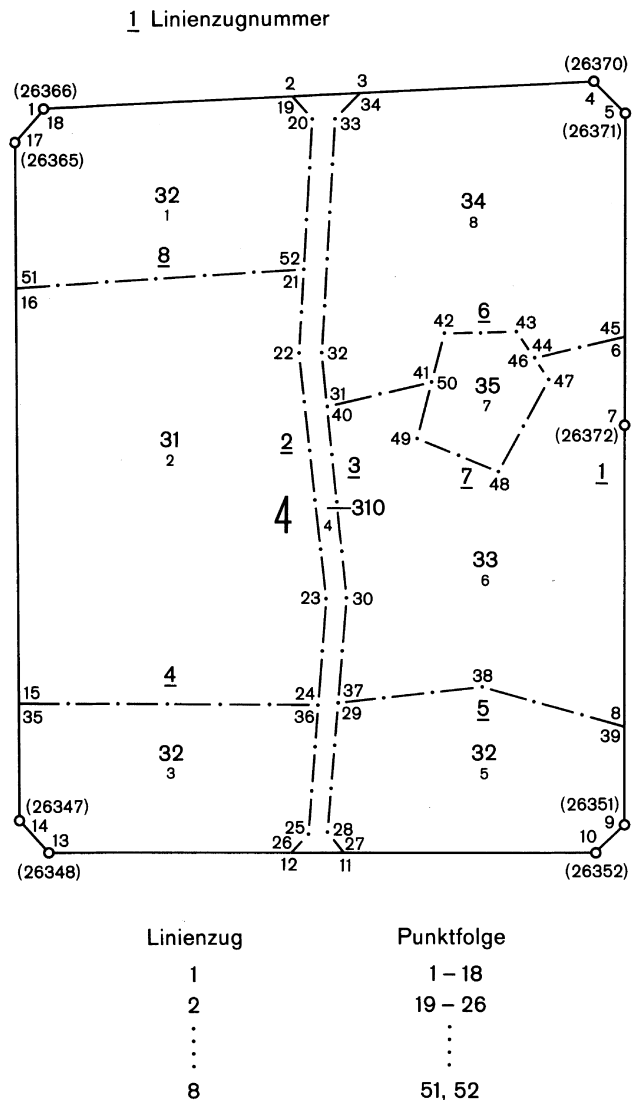
Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die segmentorientierte Erfassung für die vorliegende Anwendung keinen Vorteil gegenüber dem maschenorientierten Verfahren bietet, zumal ein wesentlicher Vorteil dieser Methode – die Möglichkeit, auch Segmenten eine Qualität zuzuweisen – hier nicht benötigt wird. Dies gilt auch für die mit Segmenten leichter durchführbare Aggregation von Flächen [Klitzing 1979], da während der Zuteilung ständig ein schneller Zugriff auf die Flächen eines Blocks möglich sein muß. Es ist daher nicht zweckmäßig, das Netz jeweils neu zu generieren, wenn eine Aggregation erforderlich wird.

5.1.1.3 Linienorientierte Verfahren

Beim linienorientierten Digitalisieren entfällt die Unterteilung des zu erfassenden Netzes nach topologischen Gesichtspunkten, wie sie beim maschen- und segmentorientierten Verfahren vorzunehmen ist. Die Aufgliederung in einzelne Linienzüge kann sich allein an der Minimierung des Digitalisierungsaufwandes orientieren. Die Netzkonstruktion erfolgt bei diesem Verfahren durch Unterteilung und Zusammenfassung der Linienzüge zu Segmenten in einem Auswertelauf. Anschließend muß die gleiche Bearbeitungsprozedur wie bei der Segment-Digitalisierung ablaufen.

Abbildung 24 stellt eine entsprechende Digitalisierfolge für den Beispielblock dar. Die Anzahl der Erfassungen ist gegenüber der segmentorientierten Digitalisierung noch einmal um ca. 20 % zurückgegangen. Allerdings ist durch die Notwendigkeit, die Knoten aus den Linien abzuleiten, eine weitere Fehlerquelle entstanden. Der zusätzliche Auswertelauf und eine etwaige Fehlerbeseitigung schränken den Zeitvorteil gegenüber dem segmentorientierten Vorgehen ein.

Eine Variante des skizzierten Verfahrens besteht darin, Aufstoßpunkte zweier Linienzüge dann nicht doppelt zu digitalisieren, wenn eine der beiden Linien geradlinig darüber hinwegläuft [Büttner und Näser 1980]. Bei der Digitalisierung dieser Linie wird der Punkt übersprungen; bei der Erfassung des zweiten Linienzuges ist darauf zu achten, daß mindestens um den Betrag der

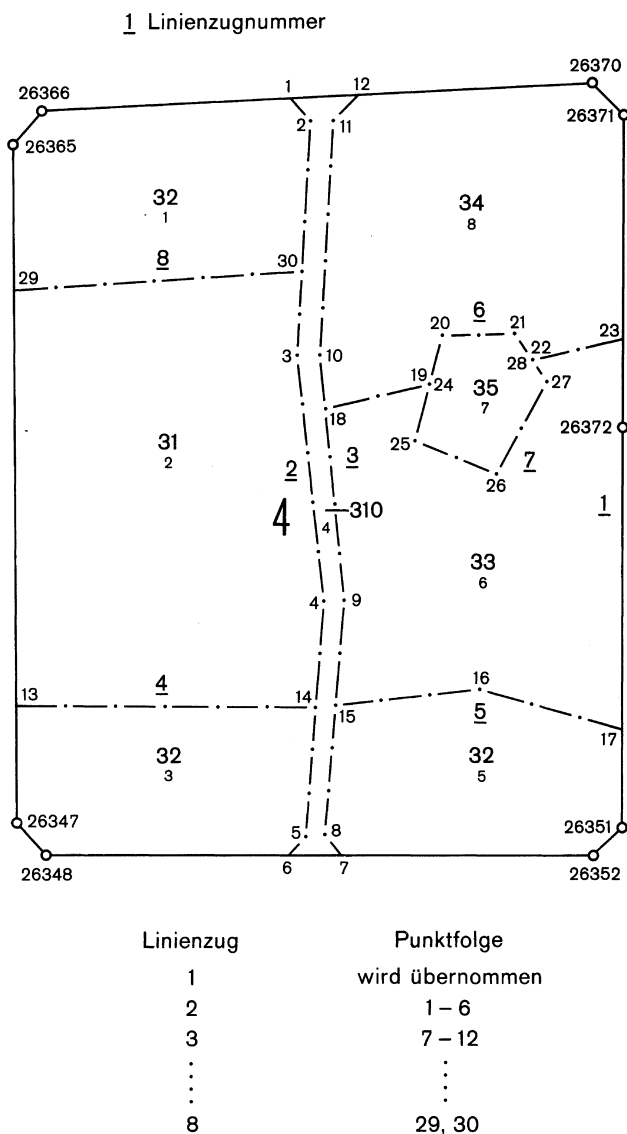


Anzahl der Messungen: 52

Abb. 24: Digitalisierschema bei linienorientierter Digitalisierung mit Mehrfacherfassung der Anschlußpunkte

Digitalisiertoleranz über den Punkt hinaus digitalisiert wird. Es soll damit erreicht werden, daß auf jeden Fall ein Schnitt der beiden Linien entsteht. In einem Auswertelauf werden die Schnitte gerechnet und die außerhalb liegenden Koordinaten durch die Schnittpunktkoordinaten ersetzt. Dadurch sind die überragenden Linienendstücke eliminiert. Anschließend werden aus den Linien Segmente gebildet. Der weitere Arbeitsablauf entspricht demjenigen des segmentorientierten Verfahrens.

Die Anwendung dieser Vorgehensweise auf die Digitalisierung des Klassenabschnittsnetzes ergibt eine weitere Vereinfachung: Da alle vom Blockumring aus



Anzahl der Messungen: 30

Abb. 25: Digitalisierschema bei linienorientierter Digitalisierung mit Berücksichtigung vorliegender Daten und Schnittbildung

gehenden Klassenabschnittsgrenzen einen in einer Gerade des Linienzugs 1 aus Abbildung 24 befindlichen Grenzpunkt haben, müssen in diesem Linienzug nur noch die Sollpunkte erfaßt werden. Dazu bedarf es aber keiner Digitalisierung, es können vielmehr die Daten der Flächenberechnung Verwendung finden. Damit reduziert sich die Digitalisierung auf das in Abbildung 25 skizzierte Schema.

Es zeigt sich, daß die Anzahl der zu digitalisierenden Punkte in dem vorliegenden Beispiel im Vergleich zum maschenorientierten Verfahren um über 50 % zurückgegangen ist. Als Nebeneffekt stellt sich zudem ein, daß

von den geforderten geometrischen Bedingungen die Ersetzung der Blockgrenzpunktkoordinaten und das Einrechnen der Zwischenpunkte entfallen bzw. zur Erzeugung der Knoten bei dieser Vorgehensweise ohnehin notwendig sind. Da nur sehr wenige Doppelmessungen auftreten, ist auch die Zusammenfassung mehrfach bestimmter Punkte weniger problematisch. Schwierigkeiten können vornehmlich da auftreten, wo Klassenabschnittsgrenzpunkte sehr dicht zusammenfallen, beispielsweise bei einem verbreiterten Ausbau von bereits im alten Bestand vorhandenen Wegen.

In der geringen Anzahl von Digitalisierungen liegt mittelbar auch ein Nachteil: Die Redundanz der Datenerfassung ist wesentlich geringer. Es müssen nach Digitalisierung, Aufbereitung der Daten, Generierung des Netzes und Behebung der dabei aufgedeckten Fehler auf jeden Fall noch eine Kartierung des gespeicherten Netzes und ein sorgfältiger Vergleich mit den Zuteilungskarten durchgeführt werden, um eine fehlerfreie Erfassung sicherzustellen.

Der größte Vorteil in bezug auf die Anzahl der zu digitalisierenden Punkte tritt bei dieser Vorgehensweise da auf, wo innerhalb eines Blocks mit vielen Umringspunkten nur wenige Klassenabschnittsgrenzen verlaufen. In einem solchen Fall sind die zu erfassenden Grenzen auch gut überschaubar, so daß die Fehlerhäufigkeit gering ist. Wenn es gelingt, den Korrekturaufwand für die maschenorientierte Erfassung zu reduzieren, könnte sich daher als Verfahrensvorschlag ergeben, größere Blöcke mit einem sehr dichten Klassenabschnittsnetz maschenweise, demgegenüber Blöcke mit nur wenigen Klassenabschnittsgrenzen linienweise (dabei zur Erzielung einer vergleichbaren Redundanz eventuell doppelt) zu digitalisieren.

5.1.2 Online - Digitalisierung

Der wesentliche Nachteil aller dargestellten Offline-Digitalisierverfahren besteht darin, daß die Auswertung der Digitalisierung in einem oder mehreren separaten Arbeitsschritten erfolgt. Dadurch werden Fehler erst in einer späteren Bearbeitungsphase erkannt, was deren Behebung erheblich erschwert. Der Aufwand für die Fehlererkennung und -behebung kann daher die für die Erfassung benötigte Zeit deutlich übersteigen. Aber nicht nur der reine Zeiteinsatz ist zu beachten. Während die Auswerteprozeduren weitgehend in Stapelverarbeitung ablaufen können (obwohl beispielsweise

bei der Netzgenerierung aus Segmenten die Effizienz durch interaktives Arbeiten gesteigert werden kann [Menne 1979]), ist für eine zügige Fehlerbehebung und gegebenenfalls Qualitätszuweisung die Anwendung graphisch-interaktiver Verfahren empfehlenswert. Der Hauptvorteil der Offline-Digitalisierung, mit geringerem Geräteeinsatz auszukommen, wird somit hinfällig.

Online-Verfahren können demnach den Nachteil des höheren Geräteeinsatzes insbesondere dann vollständig ausgleichen, wenn es gelingt, den Aufwand für die Fehlerbehebung zu minimieren. Dabei ist auch ein höherer Zeitbedarf für die Erfassung in Kauf zu nehmen.

5.1.2.1 Verfahrensvorschlag: Erweiterte maschenorientierte Online-Digitalisierung

Im weiteren soll ein Online-Verfahren vorgeschlagen werden, das die angestrebte durchgreifende Verprobung beinhaltet. Durch Programmkontrolle wird eine Fehlererkennung und -behebung während der Digitalisierung erreicht, so daß nachträgliche Überprüfungen oder Korrekturen entfallen.

Zur Realisierung dieser Zielsetzung ist das maschenorientierte Verfahren dahingehend zu erweitern, daß zusätzlich zu den einzelnen Klassenabschnitten zunächst der Blockumring einschließlich der darin befindlichen Klassenabschnittsgrenzpunkte digitalisiert wird. Dies führt dazu, daß nun jede Punktverbindung (Strecke) innerhalb eines Blocks genau zweimal auftreten muß. Dabei ist die Identität zweier Strecken dann gegeben, wenn die mehrfach erfaßten Punkte vom Programm als identisch erkannt und ordnungsgemäß gemittelt bzw. substituiert wurden. Diese Doppelstreckenbedingung stellt zusammen mit dem Vergleich der Klassenabschnittsflächen-summe gegen die Blockfläche eine durchgreifende Kontrolle dar, die in einem Online-System unmittelbar nach der Meldung ‚Blockende‘ überprüfbar ist. Tritt dabei ein Fehler auf, so kann sofort eine Korrektur einsetzen, ohne daß neue Rüstzeiten anfallen. Im Anschluß an die Fehlerbehebung werden die obigen Plausibilitätskontrollen erneut durchgeführt, um die Richtigkeit der Erfassung sicherzustellen [Riemer 1982].

Wird ein graphischer Bildschirm zur Protokollierung der Erfassung eingesetzt, läßt sich die Doppelstreckenbedingung auch visualisieren. Bei dem ersten Auftreten einer Punktverbindung ist diese lediglich gestrichelt darzustellen, bei der zweiten Erfassung dagegen durch-

gezogen. Für den Fall einer fehlerfreien Digitalisierung müssen nach Abschluß eines Blocks alle Strecken durchgezogen erscheinen (vgl. Anlage 3 oben), wird dagegen ein Fehler gemeldet, so ergibt sich aus den gestrichelt gebliebenen Linien, wo die fehlerhafte Erfassung erfolgt ist (vgl. Anlage 3 unten). Dadurch vereinfachen sich ganz wesentlich die Fehlersuche und die Fehlerbehebung.

Zur Beseitigung von Fehlern müssen im Anschluß an die Digitalisierung eines Blocks folgende Funktionen zur Verfügung stehen:

- Einfügen von (ggf. nachzudigitalisierenden) Punkten
 - in den Blockumring,
 - in einen Klassenabschnittsumring;
- Löschen von Punkten
 - aus dem Blockumring,
 - aus einem Klassenabschnittsumring;
- Löschen von Klassenabschnitten;
- Hinzufügen von Klassenabschnitten;
- Neudigitalisierung.

Die im weiteren benannten Hilfsfunktionen erleichtern vor allem die Fehlersuche:

- Markieren von Einzelpunkten;
- Markieren eines Flächenumrings;
- Anzeigen nicht doppelter Strecken;
- neuer Bildaufbau, ggf. Bilden eines Ausschnitts (Window);
- Erzeugen eines Fadenkreuzes zur Identifikation der Position des Digitizer-Cursors.

Außer einer erleichterten Fehlersuche wird durch die sofortige Digital-Analog-Rückwandlung eine dem Bediener gemäße Fortschrittskontrolle ermöglicht. Dies ist auch für die Arbeitsmotivation von Bedeutung. Das Ergebnis der eigenen Arbeit kann in der Entstehung verfolgt werden. Hierdurch lassen sich psychologische Hemmnisse gegen den Einsatz der Automation ausräumen.

Bereits im Laufe der Digitalisierung können bei der Online-Bearbeitung Überprüfungen vorgenommen und nicht eindeutige Ergebnisse dem Operator zur sofortigen (und damit weniger aufwendigen) Klärung gemeldet werden. Hierzu zählt z.B. die Untersuchung eines erfaßten Koordinatenpaares darauf, ob es mit vorgegebenen (berechneten Grenzpunkt-) oder bereits digitalisierten Koordinaten innerhalb einer Toleranz übereinstimmt. Hierzu wird ein doppelter Fangkreis eingesetzt. Der innere Radius ist mit 0,2mm an der

Zeichen- bzw. der Digitalisiergenauigkeit orientiert. Wird innerhalb dieser Distanz ein Punkt vorgefunden, so ist davon auszugehen, daß beide Punkte identisch sind. Es kann automatisch ein Ersetzen oder eine Mittelbildung erfolgen.

Ein zweiter Fangkreis ist mit 0,8mm so gewählt, daß selbst bei sehr ungenauer Kartierung (z.B. manueller Ergänzung) oder Digitalisierung noch ein ‚Einfangen‘ des Punktes geschieht. In diesem Fall ist jedoch keine automatische Entscheidung möglich: Denkbar ist auch, daß es sich um verschiedene Punkte handelt, die in der Karte sehr eng benachbart sind. Es wird daher eine textuelle Meldung zusammen mit einem akustischen Signal abgegeben, die der Bediener mit der Entscheidung ‚Ersetzen‘ bzw. ‚Mitteln‘, ‚Neudigitalisieren‘ oder ‚Verschiedene Punkte‘ jeweils codiert als Auslösung einer unterschiedlichen Cursortaste beantworten muß.

Eine Klärung ist in diesem Stadium bei weitem weniger aufwendig als nach der Digitalisierung, da der graphische Bezug während der Erfassung unmittelbar vorhanden ist und die zu treffenden Maßnahmen durch Knopfdruck und allenfalls noch Wiederholung einer Messung dem Rechner übermittelt werden können. Bei der Überprüfung der Punkte auf Identität muß auch nach Auffinden eines Punktes eine Weiterführung des Vergleichs mit den übrigen Punkten erfolgen. Werden mehrere Punkte als in der Nähe liegend erkannt, ist eine Hierarchisierung vorzunehmen; eine nicht automatisch zu lösende Zuordnung kann auch in diesem Fall durch eine Meldung und den steuernden Eingriff des Bedieners behoben werden.

Bei der Digitalisierung des Blockumrings lassen sich die von Datenträger übernommenen Grenzpunktkoordinaten, die aufgrund des Flächenberechnungsansatzes blockweise im Uhrzeigersinn vorliegen, zur Fehlerkontrolle nutzen. Dazu werden nach Anmessung der für ein Kartenblatt ausgewählten Paßpunkte – in der Regel Gitterkreuze – und Berechnung der Transformationskonstanten gemessene Tischkoordinaten umgehend in das Landessystem transformiert. Damit ist ein sofortiger Vergleich angefahrener Punkte mit gespeicherten Sollwerten möglich. Zur Überführung des Tischsystems in das Landessystem bietet sich eine überbestimmte Affintransformation an, die unterschiedlichen Kartenverzug in zwei Richtungen eliminiert. Durch ein nach Aufruf erfolgreiches Anzeigen der Restklaffungen können auch bei der Paßpunktbestimmung fehlerhafte Eingaben oder Messungen festgestellt und behoben werden. Nach Ansprechen eines Blocks läßt aus den gespeicherten

Grenzpunktkoordinaten der für eine vollständige Darstellung dieses Blocks auf dem graphischen Bildschirm optimale – d.h. größtmögliche – Maßstab automatisch berechnen.

Die Erfassung des Blockumrings muß mit einem vorgegebenen Blockgrenzpunkt (Sollpunkt) beginnen. Dieser kann über die Fangkreise aus dem vorhandenen Datensatz identifiziert werden. Hierdurch sind auch die jeweils nächsten Sollpunkte bekannt. Eine Fehlermeldung erfolgt dann, wenn die folgende Messung weder den nächsten Sollpunkt noch einen zwischen den beiden Sollpunkten in einem tolerierbaren Lotabstand von der Genze entfernten Punkt umfaßt. Außerdem wird geprüft, ob die Messung jeweils im Uhrzeigersinn fortschreitet.

Bei einem Zwischenpunkt erfolgt zunächst noch keine Einrechnung in die Gerade, dieser Punkt wird lediglich entsprechend gekennzeichnet und erst nach Abschluß der Digitalisierung und der anschließenden durch die Mehrfacherfassung bedingten Mittelbildung auf den Umring transformiert. Für Sollpunkte lassen sich dagegen unmittelbar die berechneten Koordinaten übernehmen und zur Unterdrückung einer späteren Mittelbildung entsprechend als Sollkoordinaten kennzeichnen. Erneutes Anfahren des Ausgangspunktes wird als ‚Ende der Umringsdigitalisierung‘ erkannt. Die zusätzliche Digitalisierung des Umrings führt also nicht nur dazu, daß die Doppelstreckenbedingung angewendet werden kann, sie dient gleichzeitig der Kenntlichmachung von Blockgrenz- bzw. Umringschnittpunkten. Dies ist insbesondere bei dicht neben dem Blockumring verlaufenden Klassenabschnittsgrenzen wertvoll, bei denen sonst eine eindeutige Identifizierung von Schnittpunkten sehr schwierig wäre.

Vor der Digitalisierung eines Klassenabschnitts wird nach der Klassenbezeichnung gefragt und diese mit der bereits gespeicherten verglichen. Anschließend erfolgt die Erfassung der Punkte im Uhrzeigersinn, wobei jeweils eine Untersuchung auf Nachbarschaft unter Einsatz des doppelten Fangkreises stattfindet. Bei Erkennung oder Eingabe einer Identität werden die Koordinaten – außer bei Sollpunkten – im Verhältnis der Anzahl der Messungen gewichtet gemittelt. Das erneute Anfahren des ersten Klassenabschnittsgrenzpunktes dient zur Beendigung der jeweiligen Erfassung.

Ein Sonderfall liegt dann vor, wenn ein Klassenabschnitt eine ‚Insel‘ enthält, d.h. einen weiteren Klassenabschnitt ohne Verbindungslinie vollständig umhüllt.

bei der Erfassung erhöht, da die programmseitige Überwachung und das eindeutige Digitalisierschema den Bediener entlasten. Die beschriebene Realisierung ist daher insbesondere bei Blöcken mit dichtem Klassenabschnittsnetz anderen Verfahren überlegen.

5.1.2.2 Alternative: Verprobte linienorientierte Online-Digitalisierung

Der Vorteil des linienorientierten Verfahrens – die geringere Messungsanzahl – tritt vornehmlich bei Blöcken mit vielen Umringspunkten und nur wenigen Klassenabschnittsgrenzen auf. Vor allem in Ortslagen gibt es häufig Blöcke, die nur aus einem oder zwei Klassenabschnitten bestehen. Ein strenges Festhalten an dem in Kapitel 5.1.2.1 beschriebenen Verfahren würde hier durch die Häufung von für die vorgeschlagene Vorgehensweise ungünstigen Fällen zu einer unbefriedigenden Verzögerung der Erfassung führen.

Besteht ein Block lediglich aus einem Klassenabschnitt, erübrigt sich eine Digitalisierung völlig. Die Klassenabschnittsgrenzen stimmen mit dem Blockumring überein, der von Datenträgern übernommen werden kann. Bei Erkennen dieses Falles anhand der vorher den einzelnen Klassenabschnitten zugewiesenen Qualitätsmerkmale sollte lediglich die Klassenbezeichnung noch einmal zur Kontrolle eingegeben werden, die Datengewinnung kann dann für diesen Block ohne Digitalisierung erfolgen.

Ein zwei Klassenabschnitte umfassender Block weist lediglich eine Klassenabschnittsgrenze zusätzlich zum Blockumring auf. Insofern bietet sich hier eine linienorientierte Digitalisierung an, deren für die vorliegende Anwendung modifiziertes Grundprinzip bereits im Rahmen der Offline-Verfahren erläutert worden ist. Zur Absicherung gegen Digitalisierfehler empfiehlt es sich, den Linienzug gegenläufig zur ersten Erfassung ein zweites Mal zu digitalisieren. Dabei kann die Identitätsprüfung dann wieder nach dem Prinzip des doppelten Fangkreises online erfolgen. Außerdem läßt sich sofort prüfen, ob der Anfangs- und Endpunkt innerhalb der Digitalisiergenauigkeit in der Nähe des Blockumrings liegen.

Durch die erste Digitalisierrichtung ist festgelegt, welcher Klassenabschnitt zuerst erzeugt wird, nämlich derjenige, der am Endpunkt vom Umring im Uhrzeigersinn weiter begrenzt wird. Dadurch ist auch eine

sofortige Qualitätszuweisung möglich. Unmittelbar nach Abschluß der geprüften Digitalisierung eines jeden Blocks wird das Netz entsprechend generiert und gespeichert.

Analog hierzu könnte eine weitere Verdichtung des Klassenabschnittsnetzes für drei und mehr Klassenabschnitte vorgenommen werden. Dabei nähert sich dann jedoch der Erfassungsaufwand immer stärker demjenigen der maschenorientierten Erfassung an, so daß vor allem auch unter Berücksichtigung eines möglichst einheitlichen Bearbeitungsschemas hierauf verzichtet werden soll.

Die bei den vorgestellten Digitalisierverfahren eingesetzten Arbeitsmethoden, insbesondere die konsequente Anwendung der Interaktion unter Berücksichtigung einer optimalen Funktionstrennung zwischen Mensch und Maschine sowie die sofortige Überprüfung der Ergebnisse auf Plausibilität, finden sich analog auch bei anderen Verfahrensschritten. Beispiele hierfür sind bereits im Rahmen der Festlegung der Leistungsanforderungen gegeben worden. Die Form des Dialogs, die erforderliche Hardware und der jeweilige Bedieneranteil orientieren sich an der spezifischen Problemstellung. In bezug auf die Plausibilitätskontrollen besteht ein wesentliches Element darin, nach jeder interaktiven Veränderung vor der endgültigen Abspeicherung erneut die Doppelstrecken- und Flächenbedingungen zu testen. Im Zusammenwirken mit weiteren Kriterien kann damit jederzeit die innere Stringenz der gespeicherten Daten gewährleistet werden.

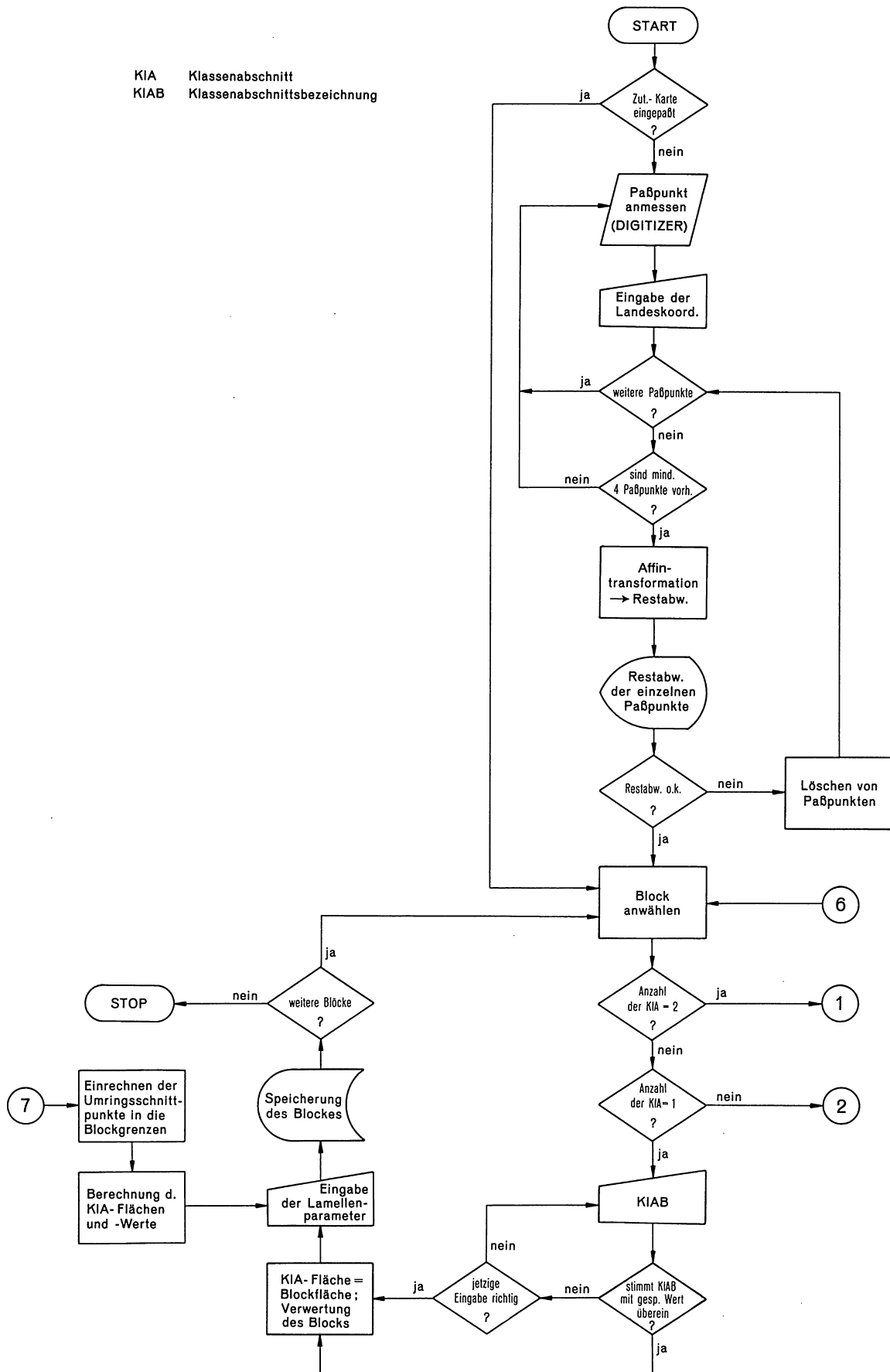
Der Ablauf der Digitalisierung ist in Flußdiagramm 1 zusammenfassend skizziert.

5.2 Datenspeicherung

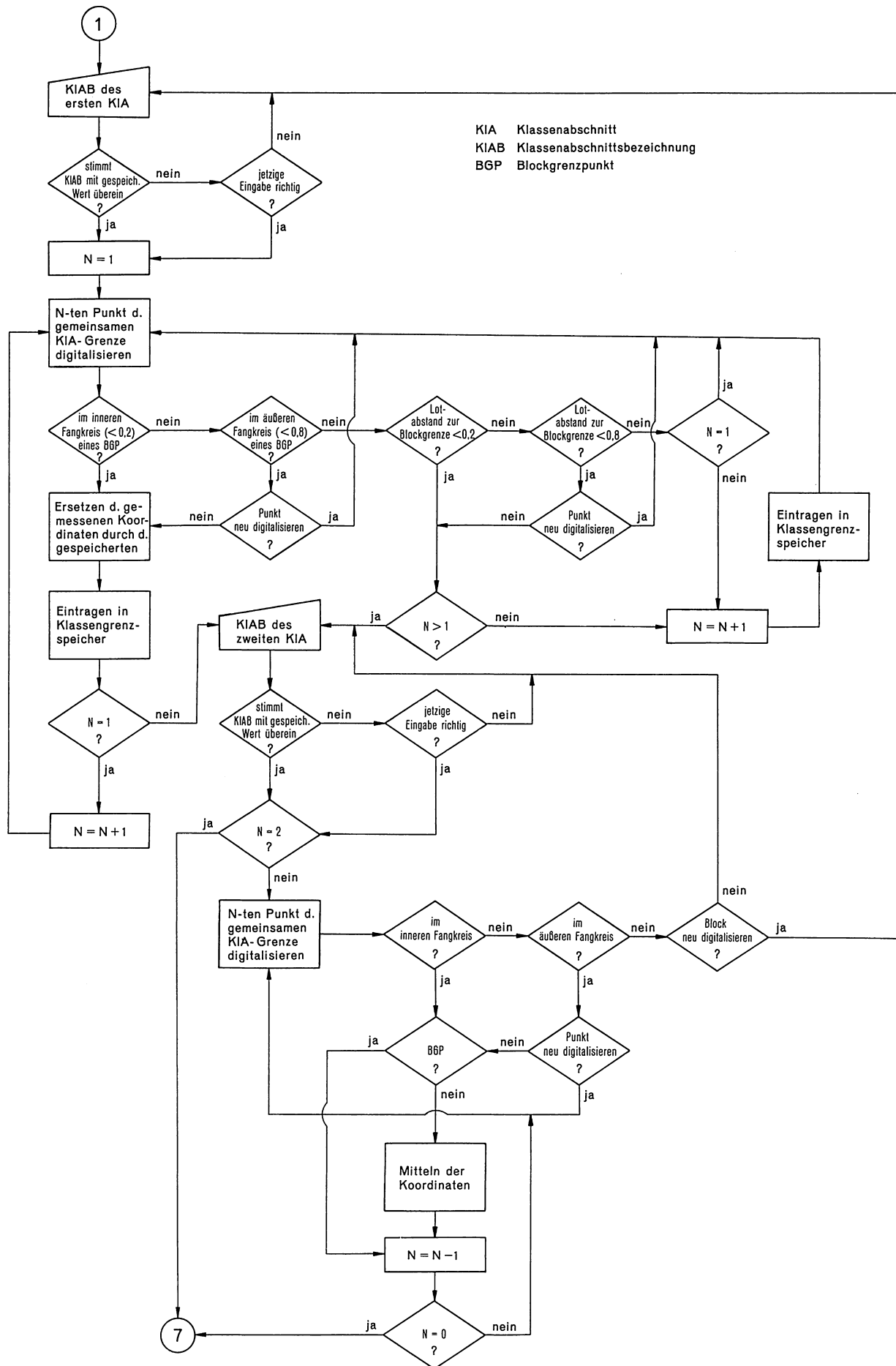
Wie aus dem Grobkonzept hervorgeht, müssen für die vorliegende Problemstellung eine Reihe unterschiedlicher Daten gespeichert werden. Dabei wurden aufgeführt:

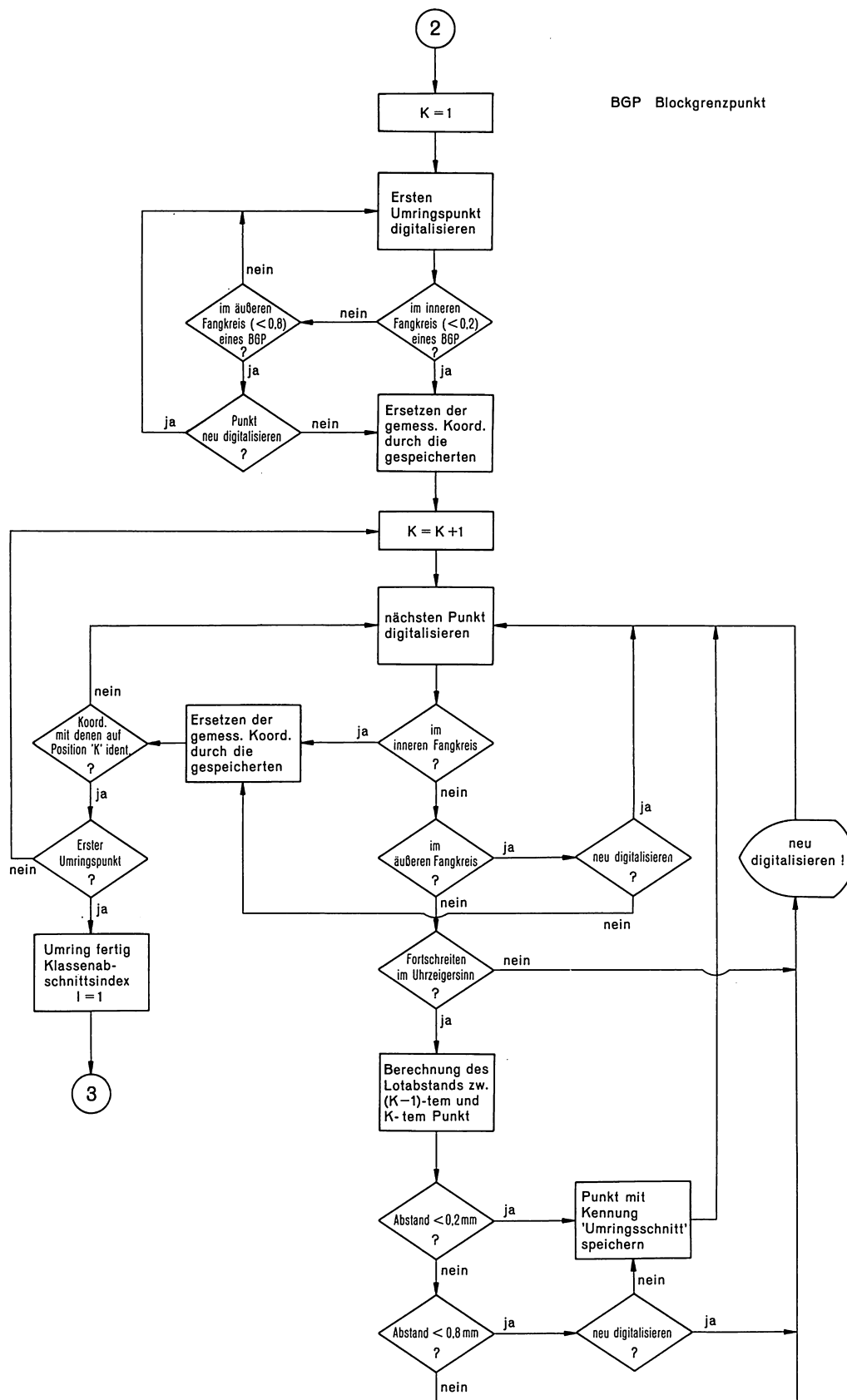
- Wertermittlungsrahmen,
- Gemeinde- und Gemarkungsnamen,
- Geometrie der Klassenabschnittsflächen,
- Qualität der Klassenabschnitte,
- Lamellenrichtung, -breite,
- Grenz- und Aufnahmepunktkoordinaten,
- Flurstücksdaten.

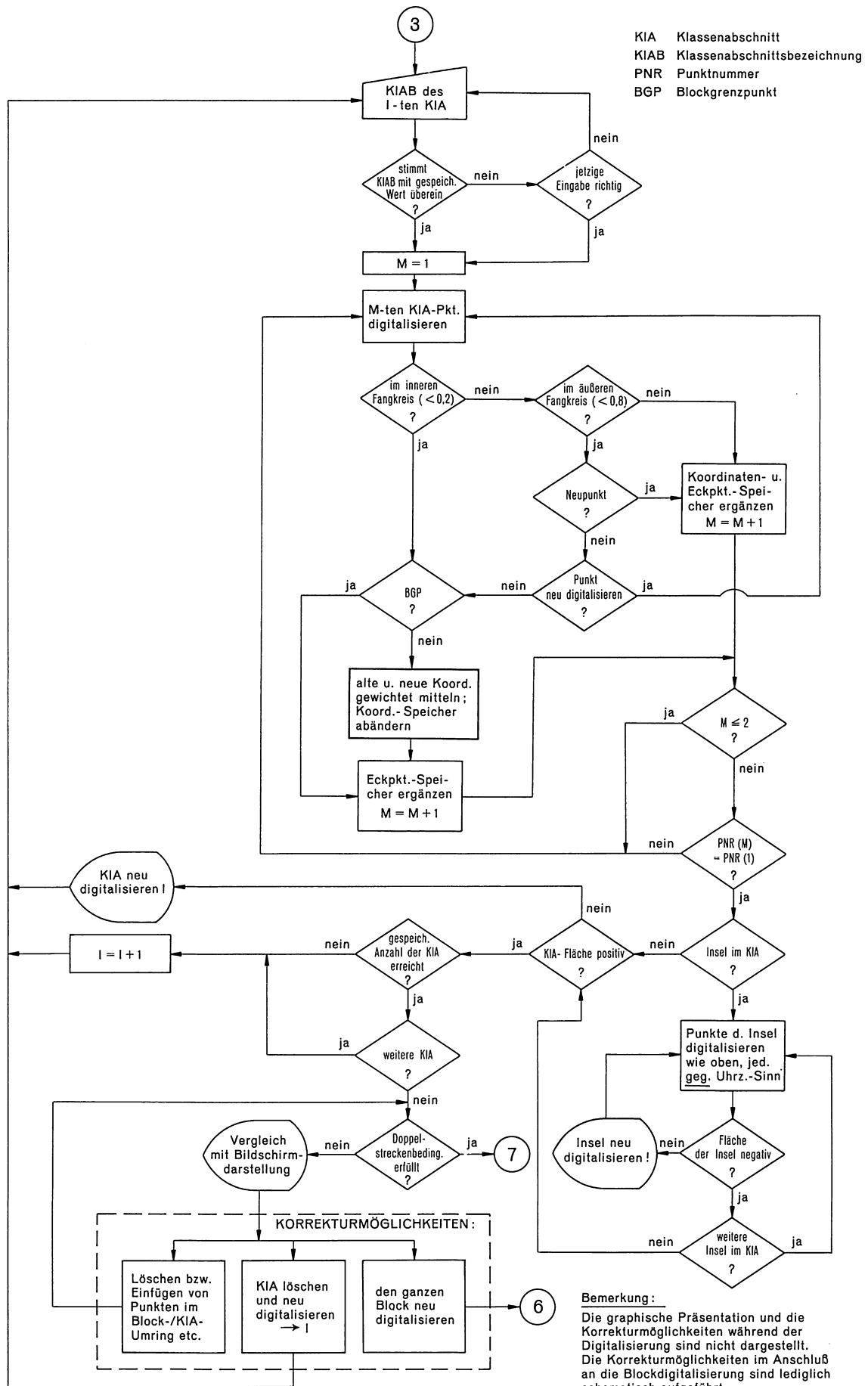
KIA Klassenabschnitt
 KIAB Klassenabschnittsbezeichnung



Flußdiagramm 1: Digitalisierung







Diese Daten unterscheiden sich ganz erheblich in ihrem Umfang. Während zum Beispiel der Wertermittlungsrahmen oder die Namenliste bei Bedarf vollständig im Hauptspeicher eines Minicomputers Platz finden, ist dies bei den Daten für mehrere Tausend Flurstücke oder bei der geometrischen Repräsentierung von bis zu 50 Zuteilungskarten selbst im Hauptspeicher eines Großrechners nicht möglich. Es muß auf Massenspeicher ausgewichen werden, von denen bei Bedarf Teile der Daten in den Hauptspeicher einzulesen sind.

Die Forderung nach interaktivem Arbeiten verleiht dem Zugriffsverhalten einen besonderen Stellenwert. Dieses ist determiniert durch Hardware - Parameter und durch das Organisationsprinzip der Dateien, nach dem die gesuchten Daten aufzufinden sind. Unter einer Datei wird eine Sammlung von einander ähnlichen oder gleichen Sätzen verstanden. Ein Satz besteht aus aufeinander bezogenen Datenelementen. Die Bedeutung der einzelnen Datenelemente kann durch einen expliziten Namen, einen Schlüssel, die Lage im Satz oder eine Kombination dieser Möglichkeiten festgelegt sein [Wiederhold 1980].

Bezüglich der Hardware weisen rotierende magnetische Speicher, also beispielsweise Magnetplatten- oder Diskettenlaufwerke, Direktzugriffszeiten kleiner als 0,1 bzw. 0,5 Sekunden auf, wobei die Direktzugriffszeit die Zeitspanne umfaßt, „die im Mittel zur Einstellung auf die im voraus bekannte Position, auf der sich das anzusprechende Datenelement befindet, benötigt wird“ [Wiederhold 1980, S. 57]. Die genannten Zeitspannen sind auch bei interaktivem Arbeiten unkritisch. Es kommt also im wesentlichen darauf an, die Daten so zu organisieren, daß die Plattenposition der benötigten Untermenge schnell bestimmbar ist.

Die meisten FORTRAN-Implementationen auf Mini-computern bieten die Möglichkeit, einfache Direktzugriffsdateien anzulegen. Dabei ist durch eine vom Anwenderprogramm zu steuernde ganzzahlige Indexnummer ein Satz der Datei unmittelbar ansprechbar. Diese Möglichkeit kann dahingehend genutzt werden, daß in jedem Satz ein Schlüsselattribut festgelegt und dieser Schlüssel über eine Transformationsformel oder eine Liste mit der Indexzahl verknüpft wird. Damit ist nach Berechnung der Indexzahl oder Auffinden des Schlüssels in der Tabelle ein direkter Zugriff auf den entsprechenden Satz gegeben.

Vor Unterteilung der zu speichernden Daten in Dateien und Sätze sowie Festlegung der Schlüsselattribute ist zu

untersuchen, nach welchen Kriterien ein Zugriff auf die einzelnen Daten notwendig ist. Der Wertermittlungsrahmen und die Gemeinde- und Gemarkungsnamen haben für das gesamte Flurbereinigungsgebiet Gültigkeit. Da sie zudem vom Umfang her sehr klein sind, können dafür feste Satznummern in einer Datei reserviert werden.

Die Klassenabschnittsgeometrie wird blockweise erfaßt und auch bei Fortführungen und bei der Zuteilung so verwendet. Es bietet sich daher an, auch die Aufteilung in Sätze den Flurbereinigungsblöcken entsprechend vorzunehmen. Während der Digitalisierung muß ein Zugriff auf einzelne Punkte anhand der Koordinaten möglich sein, um identische Punkte auffinden zu können. Ein solcher geometrischer Zugriff wird ebenfalls bei Fortführungen oder Zuteilungen notwendig, wenn beispielsweise Punkte durch ‚Zeigen‘ am graphischen Bildschirm identifiziert werden sollen. Bei sehr umfangreichen Datensätzen bedarf es hierfür häufig einer speziellen Speicherungsweise, die nach geometrischen Kriterien beispielsweise in Form von Quadratrastern aufgebaut ist [Findeisen 1981, Frank 1981]. Diese Maßnahme ist bei dem auf jeweils einen Block beschränkten Bearbeitungsschema nicht erforderlich. Die Anwahl eines Blocks wirkt gleichzeitig als geometrische Selektion. Innerhalb eines Blocks können alle vorhandenen Punkte ohne Zeitprobleme auf Identität geprüft werden.

Zur Vermeidung von Redundanz, die sich auf den Speicherplatzbedarf und den Fortführungsaufwand nachteilig auswirkt, wird vorgeschlagen, die Beschreibung der Flächen als Umringspunktfolge von den Koordinaten der Punkte zu trennen. Eine Verknüpfung kann über Indizes oder – zwar etwas speicherungsaufwendiger und langsamer, dafür aber fortführungsfreundlicher – über Punktnummern erfolgen. Es bietet sich an, die Qualitätszuweisung mit in den Umringsatz aufzunehmen. Außerdem können dort die zur Lamellenbildung notwendigen Angaben untergebracht werden.

Um den Umfang einer Datei nicht zu groß werden zu lassen – wegen der angestrebten dezentralen Bearbeitung soll eine Implementierung auf Diskettensystemen möglich sein –, empfiehlt es sich, für jede Flur eine eigene Datei anzulegen. Das Ansprechen der einzelnen Dateien ist dennoch nach Eingabe des Gemeinde- und Gemarkungsschlüssels und der Flurnummer automatisch möglich, wenn der Dateiname als Variation eines einheitlichen Bearbeitungsnamens gebildet wird. Die Liste dieser Variationen kann als Dateiinhaltsverzeichnis auf-

gefaßt und als Satz in die im gesamten Verfahren verwendete Grunddatei aufgenommen werden, in der auch der Wertermittlungsrahmen und die Namen gespeichert sind. Die Variation entspricht der Position der eine Flur repräsentierenden Kennung im Inhaltsverzeichnis. Die Kennung wird dabei aus den Gemeinde- und Gemarkungsschlüsseln sowie der Flurnummer gebildet. Der Aufbau der Grunddatei und das Auffinden des Namens einer Flurdatei sind in Abbildung 27 schematisch dargestellt.

Das Auffinden der einzelnen Blöcke in den Flurdateien wird dadurch erschwert, daß einerseits die Daten eines kleinen Blocks in der Ortslage und eines bis zu 100 ha großen Blocks mit dichtem Klassenabschnittsnetz in der Feldlage sehr unterschiedlichen Umfang haben, andererseits aber das verwendete Direktzugriffsverfahren zumeist nur Sätze gleicher Länge unterstützt. Um nicht durch Orientierung an dem größtmöglichen Block bei allen anderen Speicherplatz ungenutzt zu lassen, wird eine Aufteilung in kleinere Sätze vorgeschlagen, an deren Ende bei Bedarf ein Hinweis auf den Folgesatz steht. Der Zugriff auf die Blöcke erfolgt über eine im ersten Satz der Datei gespeicherte Indextabelle, aus der die Position des Anfangssatzes eines Blocks hervorgeht. Dieses Speicherungsschema ist in Abbildung 28 skizziert.

Analog dazu kann die Flurstücksdatei organisiert werden. Hier muß der Zugriff innerhalb einer Flur nach Flurstücksnummern möglich sein. Das Auffinden der zu einer Flur gehörenden Datei geschieht wie bei den Blockdateien. Da die Daten der einzelnen Flurstücke weitgehend den gleichen Umfang aufweisen, könnte auf eine Indextabelle verzichtet und die Indexnummer mittels einer Transformationsformel unmittelbar aus der jeweiligen Flurstücksnummer berechnet werden.

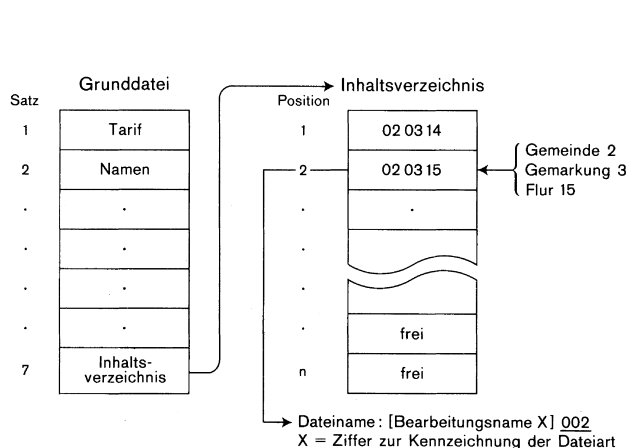


Abb. 27: Auffinden der Dateien einer Flur

Für vermessungstechnische Berechnungen, die bei der Einarbeitung von Fortführungen und bei Zuteilungen durchgeführt werden müssen, ist ein Zugriff auf die Grenz- und Aufnahmepunktkoordinaten anhand von Punktnummern erforderlich. Dabei werden auch außerhalb eines Blocks befindliche Punkte benötigt. Es empfiehlt sich daher, diese Berechnungen mit einer separaten nach Punktnummern strukturierten Sollpunktdatei durchzuführen, auch wenn dadurch eine redundante Speicherung entsteht. Eine solche Datei liegt ohnehin zur Durchführung von Koordinierungen außerhalb der Wert- und Zuteilungsberechnung vor. In der vorliegenden Realisierung wird dazu die Koordinatenverwaltung DORI verwendet, die in der derzeitigen Ausbaustufe bis zu 1 000 000 Punkte in einer Zugriffszeit von weniger als 0,5 Sekunden verwaltet. Mit diesem System sind eine Vielzahl von vermessungstechnischen Programmen verknüpft.

Die beschriebene Redundanz läßt sich vermeiden, wenn man in der Blockkoordinatendatei auf die Koordinaten der Sollpunkte verzichtet. Diese müssen dann bei Aufruf eines Blocks aus der Sollpunktdatei extrahiert werden. Der Nachteil dieser Variante liegt darin, daß die Zugriffszeiten ansteigen. Es kommt hinzu, daß bei Änderung einer Koordinate in der Sollpunktdatei unmittelbar Widersprüche innerhalb der Klassenabschnittsdateien auftreten, was dann die Einarbeitung der Koordinatenänderung nach der in Kapitel 4.1.5 aufgeführten Methode erschwert. Andererseits muß bei der redundanten Speicherung seitens des Bedieners strikt auf die Durchführung der Änderung in jedem betroffenen Block geachtet werden. Die Übereinstimmung der Koordinaten in den unterschiedlichen Dateien kann aber auch mittels eines Batch - Laufs automatisch geprüft werden.

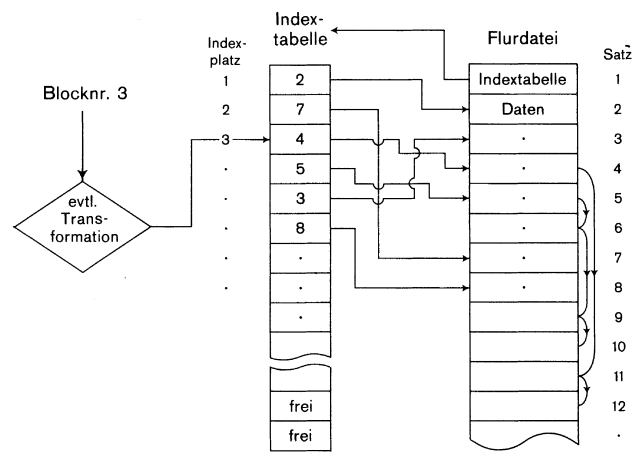


Abb. 28: Auffinden der Daten eines Blocks

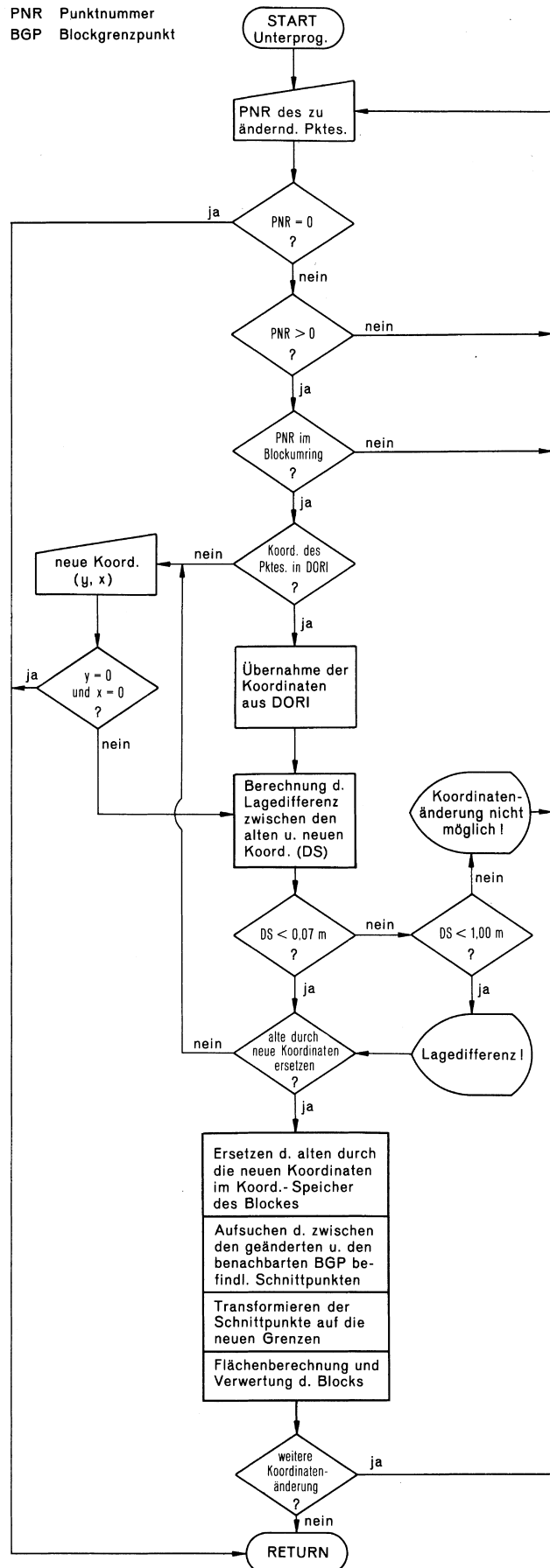
Zu den bislang vorgestellten Dateien kommen noch weitere hinzu. Dabei dienen sequentiell organisierte Dateien zur Übernahme der Ausgangsdaten bzw. zur Abgabe der Flurstücksdaten für die Erstellung des Abfindungsnachweises. Ebenfalls sequentiell aufgebaut sind verschiedene Textdateien, mittels derer gleichzeitig entstehende Protokolle nacheinander auf einen Drucker gelenkt werden können. Eine weitere Direktzugriffsdatei dient zur Zwischenspeicherung von Teilblöcken. Außerdem werden analog zur Flurstücksdatei verwaltete Datensätze erzeugt, die die Punktfolge der Flurstücksumringe umfassen. Hieraus können die Flächenberechnungen für die Flurstücke wiederholt und eine Kartierung der neuen Flurkarten vorgenommen werden.

5.3 Auswertelgorithmen

Die nach Gewinnung und Abspeicherung der Daten erforderlichen Manipulationen sind im Grobkonzept unter den Punkten III bis VI zusammengestellt. Die einzelnen Funktionen können weitgehend als in sich abgeschlossen angesehen werden. Allerdings lassen sich bei einer Reihe von Funktionen identische Teilschritte aufzeigen, so daß ein modularer Aufbau anzustreben ist. Hierfür spricht auch die sehr unterschiedliche Komplexität der einzelnen Aufgaben, die bei umfangreichen Funktionen zu einer Aufgliederung zwingt. Während es sich beispielsweise bei der Punktnummernänderung oder der Änderung von Klassenabschnittsbezeichnungen um einfachste und eng begrenzte Problemstellungen handelt, umfassen insbesondere die Lamellenbildung, die Zuteilungsberechnung, die Blockzerlegung und die Aggregation von Blöcken zahlreiche Einzelmaßnahmen. Gerade beim Lamellenalgorithmus ist darüber hinaus wegen der Vielzahl der Wiederholungen eine Optimierung in bezug auf den Zeitbedarf zwingend erforderlich.

Für einige Funktionen – Koordinatenänderung, Einfügen bzw. Löschen von Blockgrenzpunkten – sind konzeptionelle Grundsätze bereits im Rahmen der Leistungsanforderungen umrissen worden (Kapitel 4.1); deren Umsetzung in ablauffähige Programme ist anhand der Koordinatenänderung exemplarisch in Flußdiagramm 2 dargestellt. Es sollen im weiteren noch aspektuierend die Lösungswege für die Problemstellungen ‚Lamellenbildung‘ und ‚Parallelzuteilung‘ aufgezeigt und deren Realisierung in Form eines Flußdiagramms dokumentiert werden.

PNR Punktnummer
BGP Blockgrenzpunkt



Flußdiagramm 2: Koordinatenänderung

5.3.1 Lamellenalgorithmus

Der Nachweis von Lamellen besteht aus der wertmäßigen Aufgliederung von Teilflächen, die durch gleichabständige Parallelen zu einer vorgegebenen Richtung festgelegt sind. Dabei ist eine Saldierung vorzunehmen, d.h. eine Lamelle soll nicht nur die zwischen der neuen und der vorigen Parallelgrenze befindliche Fläche, sondern die gesamte bis zu der neuen Grenze beinhaltete Blockfläche umfassen [FlurbAnw NW 12.5. – 9.3.]. Zur Bildung einer solchen Lamelle ist nach der Bestimmung der Schnittgeraden aus Richtung und Abstand die Berechnung aller Schnitte mit den im Block vorhandenen Klassenabschnittsgrenzen erforderlich. Gänzlich ungeschnittene Klassenabschnitte sind auf ihre Lage (innerhalb oder außerhalb der Teilfläche) zu überprüfen, die Fläche und der Wert des Klassenabschnitts gegebenenfalls zu berechnen bzw. zu übernehmen. Bei geschnittenen Klassenabschnitten muß eine Diskriminierung der beinhalteten Teilabschnitte durchgeführt werden. Für diese ist eine Flächenberechnung und Verwertung erforderlich. Abschließend hat dann eine Aufsummation der zu einer Klasse sowie aller zu der Lamelle gehörenden Abschnittsflächen und ein Ausschrieb in Formulare zu erfolgen.

Wie bereits angesprochen, liegt das Hauptproblem bei der Lamellenbildung – insbesondere hinsichtlich der Implementierung auf einen Kleinrechner – im Zeitbedarf. So betrug die Rechenzeit für eine Lamelle eines ca. 7 ha großen Blocks mit 15 Klassenabschnitten in einem ersten Realisierungsversuch etwa 30 Sekunden. Bei einer Blockhöhe von ca. 400 m und einer Lamellenbreite von 5 m ergibt sich daraus allein für diesen Block eine Bearbeitungsdauer von etwa 40 Minuten.

Durch eine Reihe von Optimierungsmaßnahmen ist es gelungen, die Rechenzeit für eine Lamelle in den Bereich von 0,1 Sekunden zu bringen, was deutlich unterhalb der Zeit für einen gleichzeitig erfolgenden Formularausschrieb liegt.

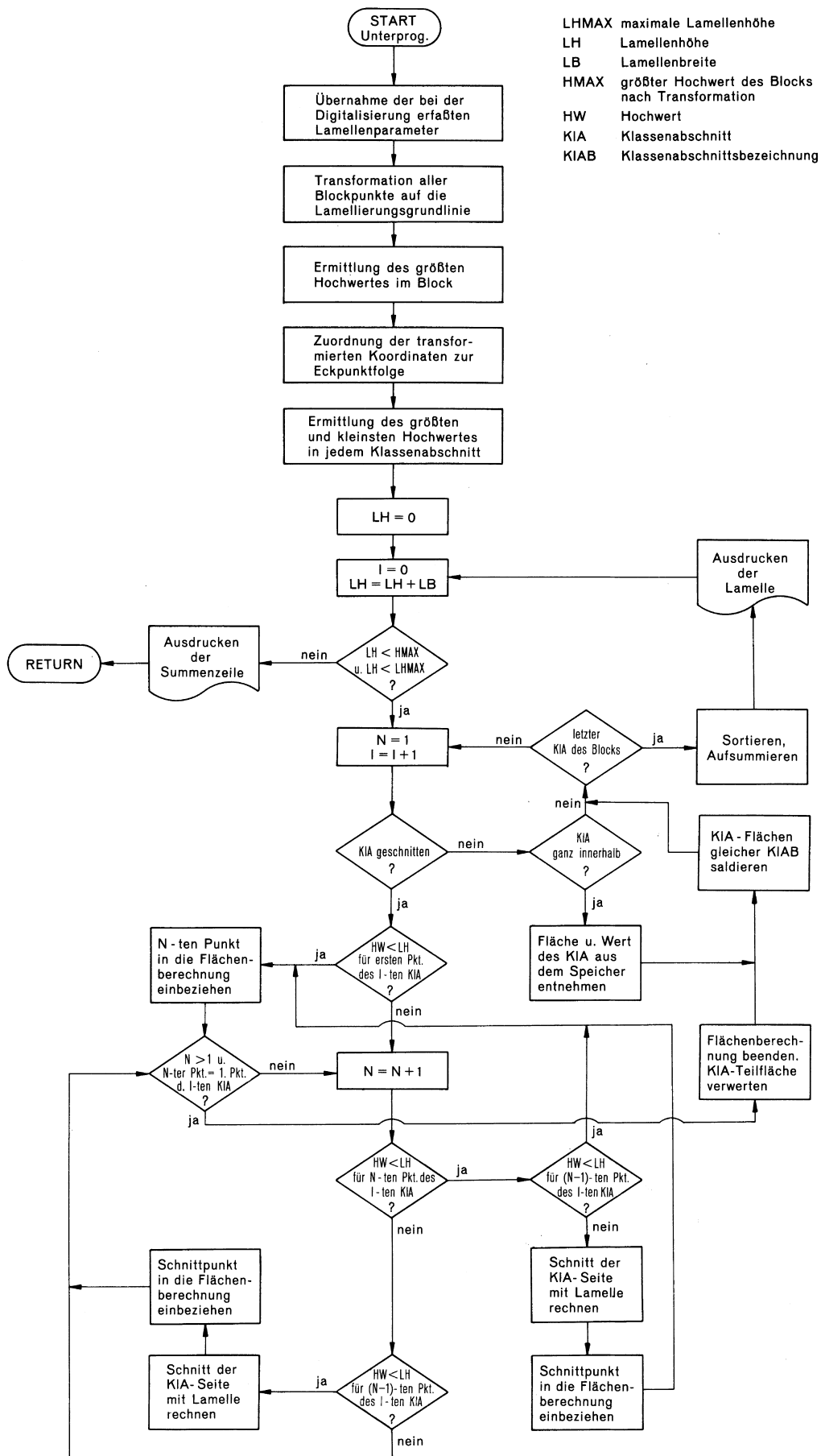
Allen dazu getroffenen Maßnahmen gemeinsam ist das Grundprinzip, durch einmal ablaufende Bearbeitungsschritte vor der Bildung der ersten Teilfläche Voraussetzungen für eine wesentlich beschleunigte Berechnung jeder einzelnen Lamelle zu schaffen. Selbst wenn die einmalig durchzuführenden Schritte relativ zeitaufwendig sind, ergibt sich insgesamt durchweg ein erheblicher Vorteil durch die hohe Wiederholungsfrequenz der Lamellenberechnung.

Zu diesen Maßnahmen zählt die von SCHULLER angegebene Transformation aller Blockkoordinaten auf die Lamellenrichtung [Schuller 1968]. Dadurch reduziert sich die Prüfung, ob ein Schnitt vorliegt oder nicht, auf eine bloße Koordinatenabfrage. Für einen Schnittpunkt ist der Hochwert durch den jeweiligen Abstand von der Grundlinie gegeben. Zudem kann auf eine Reihe von Schnittprüfungen verzichtet werden, wenn vor Beginn der Lamellenbildung für alle Klassenabschnitte der in bezug auf die Lamellenrichtung höchste und niedrigste Koordinatenwert bestimmt wird. Es ist damit für jede Lamelle leicht abfragbar, ob ein Klassenabschnitt eventuell ganz innerhalb oder ganz außerhalb liegt. Im ersten Fall können – bei entsprechender vorheriger Berechnung und Speicherung – die Klassenabschnittsfläche und der Klassenabschnittswert unmittelbar der Lamelle zugeordnet werden.

Eine weitergehende Bearbeitung erfordern nur solche Klassenabschnitte, deren höchster Koordinatenwert größer und deren niedrigster kleiner als die jeweilige Lamellenhöhe ist. In einem solchen Fall ist jede einzelne Begrenzungsstrecke auf das obige Lagekriterium hin zu prüfen. Es wird gleichzeitig eine Flächenberechnung aus Koordinaten wie folgt durchgeführt: Bei Strecken, die vollständig unterhalb der Lamellengrenze liegen, gehen beide Endpunkte in die Flächenermittlung ein; bei Strecken, die von der Lamellengrenze geschnitten werden, ist der obere Punkt durch den Schnittpunkt zu ersetzen, dieser und der untere werden zur Flächenberechnung herangezogen; bei Stecken, die vollständig oberhalb der Lamellengrenze liegen, bleiben beide Begrenzungspunkte in der Flächenberechnung unberücksichtigt. Nach dieser Methode werden die Lamellenflächen und -werte in unmittelbarem Zusammenhang mit der Schnittbildung erhalten [Berkemeier, Lenz und Veltmann 1980].

Eine weitere Beschleunigung der Flächenberechnung und Schnittbildung erzielt man dadurch, daß mittels Aufbau einer Hilfsdatei die Trennung zwischen Eckpunktdatei und Koordinatendatei aufgehoben wird. Dadurch fällt der Koordinatensuchvorgang lediglich ein einziges Mal an.

Anschließend an die vorgestellten Teilschritte wird, wie oben bereits erwähnt, eine Aufsummation der zu einer Klasse sowie der zu der Lamelle gehörenden Abschnittsflächen, ein Sortieren und ein Ausschrieb in Formulare vorgenommen. Eine zusammenfassende Übersicht über den programmierten Lamellenalgorithmus ergibt sich aus dem Flußdiagramm 3.



Flußdiagramm 3: Lamellenbildung

5.3.2 Parallelzuteilungsalgorithmus

Wie bereits in Kapitel 4.1.4.1 angesprochen, handelt es sich bei der Lamellenbildung und der Parallelzuteilung um in weiten Teilen identische Problemstellungen. Bei der Parallelzuteilung sind lediglich zusätzlich eine Höhe für die neue Grenze zu schätzen und der dafür analog zum Lamellenalgorithmus berechnete Istwert durch Verschieben der Grenze, d.h. Variation des Schnittgrenzenabstandes, an den Sollwert anzunähern. Dieses Schätzen und Annähern erfolgt mittels eines Iterationsalgorithmus, dem ein der Lamellenbildung verwandter Erfassungsteil vorausgeht und der einen dem Lamellenalgorithmus entnommenen Teil zur Berechnung des Istwertes umschließt. Insofern soll hier lediglich der Iterationsteil skizziert werden.

Für die Schätzung der Zuteilungshöhe wird eine rechteckige Blockform und eine einheitliche Klassenaufgliederung unterstellt. Es gilt dann:

$$H_{Z1} = H_B \frac{W_Z}{W_B},$$

wobei H_{Z1} die auf die Zuteilungsgrundlinie bezogene Zuteilungshöhe in der ersten Näherung, H_B die entsprechende Blockhöhe, W_Z der Wert des zuzuteilenden Flurstücks und W_B der Wert des gesamten Blocks sind. Die weiteren Annäherungen erfolgen jeweils über Differenzen, d.h. die Ergebnisse der vorigen Schätzung werden in den obigen Ansatz eingeführt. Hierdurch ergibt sich die folgende Formel:

$$\begin{aligned} H_{Z2} &= H_{Z1} + \Delta H_{Z2} \\ &= H_{Z1} + H_{Z1} \frac{\Delta W_{Z2}}{W_{Z1}}. \end{aligned}$$

Dabei bedeuten ΔH_{Z2} die an H_{Z1} anzubringende Verbesserung, W_{Z1} den aus der ersten Zuteilungshöhe berechneten Istwert und ΔW_{Z2} die bei dieser Iteration zu beseitigende Differenz zwischen dem Flurstückssollwert W_Z und dem sich aus H_{Z1} ergebenden Istwert W_{Z1} .

Analog erhält man für die weiteren Annäherungen:

$$\begin{aligned} H_{Z3} &= H_{Z2} + \Delta H_{Z3} \\ &= H_{Z2} + \Delta H_{Z3} \frac{\Delta W_{Z3}}{\Delta W_{Z2}}, \end{aligned}$$

bzw. allgemein:

$$H_{Zn} = H_{Zn-1} + \Delta H_{Zn-1} \frac{\Delta W_{Zn}}{\Delta W_{Zn-1}}.$$

Die auf Benutzung der jeweils letzten Differenzen basierende Iteration schmiegt sich besonders gut an die lokalen Gegebenheiten in der Nähe der neuen Grenze an und führt daher zu einer sehr schnellen Konvergenz auch bei stärkeren Wertsprüngen bzw. bei sehr unregelmäßiger Blockform. Theoretisch denkbare Ausreißer sind durch zusätzliche Schranken ausgeschaltet, die ein Überschreiten der maximalen Blockhöhe, bzw. ein Unterschreiten von bereits als zu klein erkannten Zuteilungshöhen verhindern. Solche Fälle sind allerdings für einen Einsatz in der Praxis ohne Relevanz. Bei der Überprüfung unterschiedlicher Zuteilungsbeispiele wurde regelmäßig eine Annäherung besser als 0,01 Werte an den Sollwert bereits bei der dritten oder vierten Iteration festgestellt.

Aufgrund der zeitlichen Optimierung des der Lamellenbildung entnommenen Teils ergibt sich damit eine Gesamtrechnenzeit für die Zuteilungsberechnung paralleler Pläne von weniger als einer Sekunde. Darin sind auch die Rundung der neu berechneten Koordinaten auf Zentimeter sowie die auf eine Berechnung der Istfläche des neuen Flurstücks aus diesen Koordinaten reduzierte Absteckungsberechnung enthalten. Die vorgeschlagenen Algorithmen sind demnach voll für interaktives Arbeiten geeignet: Im Anschluß an die Eingabe der Berechnungsparameter und der flurstücksbezogenen Daten (vgl. Kapitel 4.2) stehen die Ergebnisse an einem Kleinrechnersystem ohne merkliche Wartezeit zur Verfügung.

6 Implementierung des Systems

6.1 Hard- und Softwarevoraussetzungen

Für die Entwicklung des Programmsystems, das dem in Kapitel 4.2 vorgestellten Grobkonzept entspricht, stand eine der derzeitigen Anlage des Instituts für Kartographie und Topographie der Universität Bonn vergleichbare Automationsanlage zur Verfügung. Die heutige Anlage besteht aus einem Rechner PDP-11/44 der Firma DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION mit 8 KB Cache-Speicher und 256 KB Hauptspeicher. Der Rechner besitzt zudem einen Floating-Point Processor und beschleunigt somit Gleitkomma-Operationen, was insbesondere der Rechenzeit bei der Lamellenbildung, der Zuteilungsberechnung und der Blockzerlegung zugute kommt. Als schnelle Massenspeicher fungieren zwei Wechselplattenlaufwerke zu je 10 MB und zwei Diskettenlaufwerke zu je 1 MB. Ein Magnetbandlaufwerk dient der Datensicherung und dem Datenaustausch. Für alphanumerische Ein- und Ausgaben sind zwei druckende und drei Bildschirmterminals angeschlossen.

Der vorhandene graphische Arbeitsplatz besteht aus dem nach induktivem Meßprinzip arbeitenden Digitizer ARISTOGRID GRT 109 mit einer Arbeitsfläche von 1200 mm × 1500 mm, der über ein Parallelinterface online betrieben wird, einem graphischen Speicherbildschirm TEKTRONIX 4014-1 mit einer Auflösung von 4048 × 3036 darstellbaren Bildpunkten, einer Hard Copy Unit zur schnellen Dokumentierung des Bildschirminhalts und einem weiteren alphanumerischen Bildschirm zur Dialogführung. Die Funktionen des alphanumerischen Bildschirms ließen sich zwar auch am graphischen Bildschirm ausführen, die gerätemäßige Trennung der graphischen Präsentation und des alphanumerischen Dialogs ist aber aus mehreren Gründen empfehlenswert: Zum einen bestehen ergonomische Vorteile durch die variable Tastatur und bessere Positionierungsmöglichkeit des leichten alphanumerischen Bildschirms. Zum anderen entfällt die Notwendigkeit des Bildschirm-Löschens bei längeren Dialogphasen, wobei jeweils auch die aufgebaute graphische Darstellung gelöscht wird. Schließlich bewirkt insbesondere die Dialogführung einen starken lokalen Verschleiß der Speicherröhre, so daß durch Einsatz des alphanumerischen Terminals die Lebensdauer des mehr als zehnfach teureren graphischen Bildschirms entscheidend erhöht werden kann.

Weiterhin verfügt die Automationsanlage über einen RJE-Anschluß an die IBM/370-168 des Regionalen Hochschulrechenzentrums, so daß die dort vorhandenen Peripheriegeräte (z.B. Plotter und Lochkartenleser) ebenfalls direkt genutzt werden können. Ansonsten wird der Großrechner in den erstellten Programmen allerdings nicht verwendet. Die beschriebene Konfiguration ist in Abbildung 29 skizziert.

Auf dem PDP-11/44-Rechner kommt das Betriebssystem RSX-11 M zum Einsatz. Es handelt sich dabei um ein Mehrbenutzer-Echtzeit-System, das auch bei graphisch interaktivem Arbeiten durch entsprechende Event-Steuerung und Prioritätsfestlegungen sehr kurze Reaktionszeiten bietet. Als höhere Programmiersprache steht FORTRAN IV zur Verfügung, wobei sich der verwendete Compiler u.a. durch einen hohen Optimierungsgrad und einen speziell auf den Floating-Point Processor ausgerichteten Objekt-Code auszeichnet.

Der software-mäßige Anschluß des Digitizers erfolgt über ein Treiberprogramm, das eine Digitalisierung sowohl in Einzelpunktauslösung als auch im Stream-Mode gestattet. In der vorliegenden Anwendung wird allerdings nur von der ersten Möglichkeit Gebrauch gemacht. Der graphische Bildschirm ist als Terminal angeschlossen. Graphische Ein- und Ausgaben werden über die TCS-Routinen gesteuert, die den Calcomp-Zeichenaufrufen verwandte Schnittstellen aufweisen.

Ein besonderer Vorteil des zur Verfügung stehenden Systems besteht in der weiten Verbreitung der einzelnen Bausteine. So beinhalten kartographische Automationssysteme häufig graphische Bildschirme vom Typ TEKTRONIX 4014. Zudem werden zwar weniger hoch auflösende, aber auch weit preiswertere graphisch-alphanumerische Bildschirme mit dem ausdrücklichen Hinweis „Tektronix-kompatibel“ vertrieben. Solche Bildschirme bieten oft die gleichen ergonomischen Vorteile wie rein alphanumerische Terminals.

Der Prozeßrechner PDP-11/44 ist Mitglied einer Rechnerfamilie, die eine breite Palette von Rechnern unterschiedlicher Leistungsfähigkeit umfaßt. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Typen liegen weniger im Befehlsvorrat – obwohl beispielsweise ein Floating-

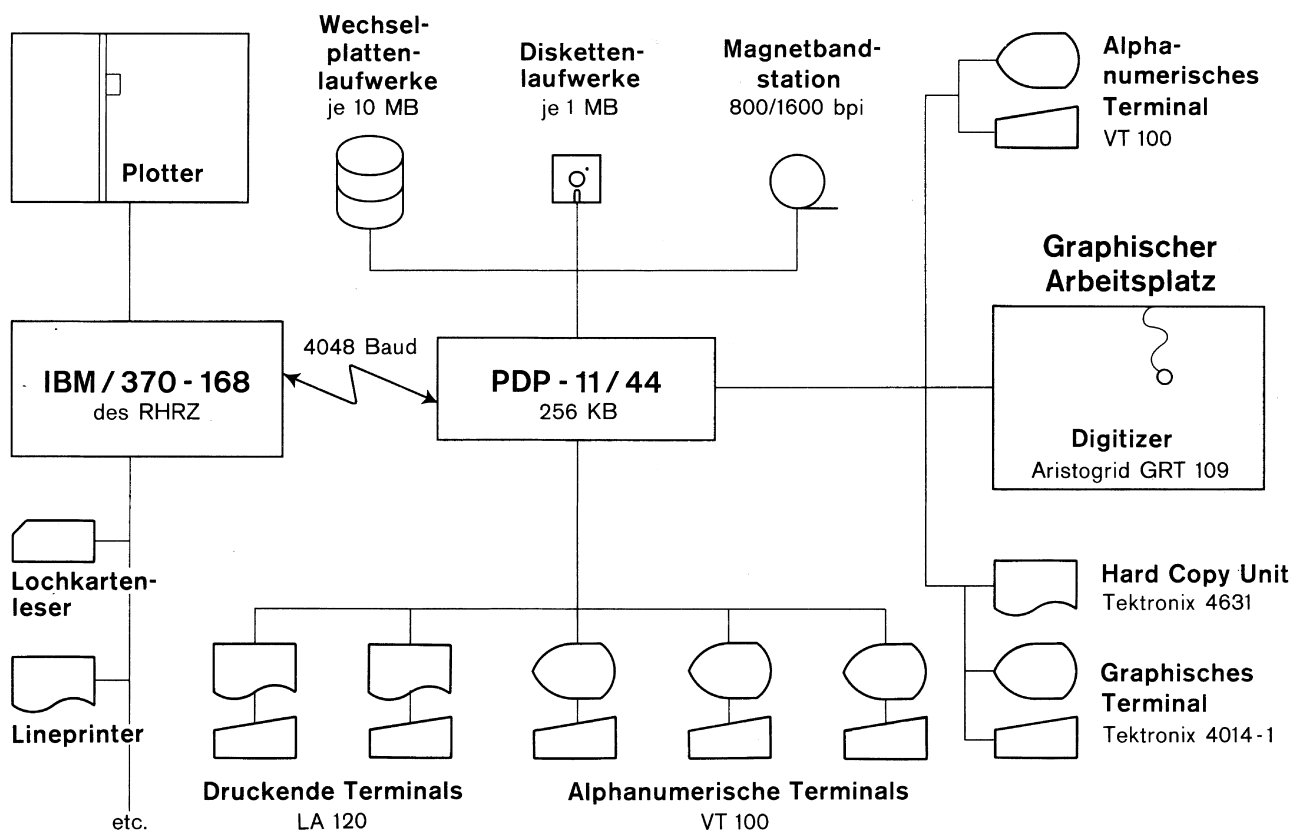


Abb. 29: Automationssystem des Instituts für Kartographie und Topographie der Universität Bonn

Point Processor zur Beschleunigung von Gleitkomma-Operationen nicht in allen Modellen verfügbar ist –, als vielmehr in unterschiedlicher Geschwindigkeit und Ausbaufähigkeit [Gulbins 1979]. Der PDP-11/44-Processor ist in dieser Rechnerfamilie im mittleren Bereich der Leistungsfähigkeit angesiedelt. Ein Charakteristikum der PDP-11-Serie ist die Kompatibilität: Hierfür entwickelte Programme können ohne Modifikationen auf allen Rechnern implementiert werden. Dadurch ist seitens der Hardware - Auswahl eine optimale Anpassung an den Einsatzbereich und die zu erwartende Rechnerbelastung möglich.

Für die vorliegende Anwendung ergeben sich daraus erhebliche Vorteile: Es kann je nach Aufgabenstellung eine Trennung in zentrale und dezentrale Datenverarbeitung auf kompatiblen Rechnern vorgesehen werden. Bei entsprechender Hardware - Erweiterung ist eine Verlagerung der Arbeiten ohne Schwierigkeiten durchführbar. Derzeit kommt für die zentrale Abwicklung vor allem die Digitalisierung der Zuteilungskarten in Frage, für die nach Kapitel 5.1.2 ein vollständiger graphischer Arbeitsplatz erforderlich ist. Diese Tätigkeit

läßt sich auch durchaus von einem nicht mit dem jeweiligen Flurbereinigungsverfahren im Detail vertrauten Sachbearbeiter für das gesamte Verfahren geschlossen durchführen, so daß durch die zentrale Bearbeitung kaum Reibungsverluste entstehen. Die hierfür erforderliche Anlage könnte eine ähnliche Konfiguration wie die oben beschriebene aufweisen, allerdings müßten wegen der Wahrnehmung der zentralen Aufgaben für eine Reihe von Ämtern Haupt- und Massenspeicher weiter ausgebaut sowie zusätzliche graphische Arbeitsplätze angeschlossen werden. Eine solche Anlage kostet derzeit ca. 300 000,– DM zuzüglich ca. 100 000,– DM für jeden graphischen Arbeitsplatz.

Demgegenüber lassen sich die sinnvollerweise nur dezentral durchführbare Zuteilungsberechnung und die Einarbeitung von Fortführungen mit wesentlich preiswerteren Systemen erledigen. Eine hierfür erforderliche Minimalkonfiguration, bestehend aus einem LSI-11/23-Rechner mit 256 KB, einem kombinierten Winchesterplatten-/Diskettenlaufwerk, einem druckenden Konsolterminal, einem graphisch-alphanumerischen Bildschirm und der entsprechenden Betriebs-Software, kostet

zur Zeit etwa 100 000 ,– DM. Dabei steht dann für den normalen Rechenbetrieb ein Zweibenutzersystem zur Verfügung.

Mit der aufgezeigten Konzeption besteht schon derzeit auch seitens der Hardware die Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Einsatz der automationsgestützten Wert- und Zuteilungsberechnung.

6.2 Aufbau des Programmsystems

Die im Grobkonzept vorgenommene Unterteilung der Problemstellung in sechs selbständige Bereiche schlägt sich entsprechend in der Aufgliederung in ablauffähige Programme, sogenannte ‚Tasks‘, nieder. Die Bereiche ‚Bearbeitung von Fortführungen‘ und ‚Zuteilungs- und Absteckungsberechnung‘ sind allerdings so komplex, daß hier programmtechnisch eine weitere Aufspaltung vorgenommen werden mußte. Die dabei erforderlichen vermessungstechnischen Berechnungen sind jeweils in einer selbständigen Task gebündelt. Über Inter-Task Communication erfolgt aber eine Verknüpfung mit der Haupt-Task, so daß die Aufgliederung vom Benutzer gar nicht wahrgenommen wird. Diesem stehen sechs verschiedene Programmaufrufe zur Verfügung, die er je nach globaler Aufgabenstellung anwählt. Die weitere Präzisierung wird dann jeweils im geführten Dialog vorgenommen.

Bei der Vielzahl der in den einzelnen Aufgabenfeldern anfallenden Einzelmaßnahmen und der Komplexibilität zumindest einiger dieser Funktionen ist insbesondere für eine Implementierung auf einem Minicomputer ein modularer Aufbau unumgänglich. Wegen des bei einem 16-Bit-Rechner begrenzten Adressierungsbereichs von lediglich 64 KB müssen die Möglichkeiten der Overlay-Technik in hohem Maße ausgeschöpft werden. Dabei befinden sich nur jeweils diejenigen Programmsegmente im Hauptspeicher, die in einer Bearbeitungsphase unmittelbar benötigt werden; die übrigen sind auf Platte ausgelagert. Nur dadurch ist es möglich, die umfangreichen Problemstellungen auf einem Minicomputer zu bearbeiten, umfassen doch die beiden größten Tasks jeweils mehr als 500 KB.

Für die einzelnen Aufgabenfelder stehen die folgenden Tasks zur Verfügung:

BLOEIN – Übernahme der Ausgangsdaten
BLODIG – Digitalisierung der Zuteilungskarten

BLOVER – Erstellen der Block(teil)verzeichnisse
BLOAEN – Bearbeitung von Fortführungen
VERMP1
BLOZUT – Zuteilungs- / Absteckungsberechnung
VERMP2
FLUVER – Auswertung des Flurstücksspeichers

Der Aufbau der einzelnen Tasks geht aus den Blockdiagrammen 1 bis 8 hervor (Anlage 1).

6.3. Praktische Erprobung

Die Erprobung der vorgestellten Methode erfolgte anhand eines Pilotverfahrens, das beginnend mit der Übernahme der Ausgangsdaten für die Wertberechnung im neuen Bestand bis zur Erstellung der Datenträger für den Abfindungsnachweis vollständig mit dem entwickelten Programmsystem bearbeitet wurde. Mit diesem Praxistest sollten in einem Großversuch

- die Programme auf etwaige Fehler hin untersucht werden, die in der zuvor durchgeführten Testphase mit konstruierten Datensätzen bzw. ausgewählten Praxisfällen nicht aufgedeckt werden konnten;
- die Algorithmen daraufhin geprüft werden, ob Sonderfälle auftreten, die bei den theoretischen Vorüberlegungen bzw. den Beispielen nicht berücksichtigt wurden;
- die Problemanalyse ggf. dadurch erweitert werden, daß zusätzlich benötigte Funktionen erkannt und realisiert werden;
- die Verwendbarkeit und Handhabung des gesamten Programmsystems getestet und ggf. durch geeignete Maßnahmen verbessert werden;
- Aussagen über Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Methode gegenüber der bisherigen Vorgehensweise und über die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens gewonnen werden.

Als Pilotverfahren fungierte die Flurbereinigung Rath, für die das Amt für Agrarordnung Aachen zuständig ist. Das Flurbereinigungsverfahren wurde 1972 nach § 1 FlurbG eingeleitet und umfaßt ein Gebiet von 2267 ha. Es ist räumlich in einer ländlichen Zone zwischen den beiden Mittelzentren Düren und Erftstadt angesiedelt [Landesentwicklungsplan NW 1979] und gehört verwaltungsmäßig überwiegend zum Kreis Düren sowie zu einem kleineren Teil zum Erftkreis.

Von der Verfahrensfläche entfallen ca. 88 % auf Acker- bzw. Grünland, 6,6 % auf Hof- und Gebäudeflächen,

Bauflächen bzw. Flächen mit Sonderwerten, 4,3 % auf Wege und Gewässer, 1 % auf Wald und 0,1 % auf Unland. Bei den Flächen, die unter der Rubrik Acker- bzw. Grünland subsumiert sind, handelt es sich weitgehend um hochwertiges Zuckerrübenland; mehr als 75 % entfallen auf die höchsten drei Klassen. Das Gebiet weist nur geringfügige Höhenunterschiede auf; die Flurbereinigung Rath kann also als Flachlandverfahren charakterisiert werden.

In das Verfahren eingeschlossen sind die Ortslagen Rath und Wissersheim mit zusammen ca. 1300 Einwohnern sowie der größere Teil der Ortslage Nörvenich (etwa 3000 Einwohner). Aus der Einbeziehung der Ortslagen erklärt sich auch die mit 866 angegebene Anzahl der Teilnehmer (Ordnungsnummern) der Flurbereinigung. Die Besitzstruktur ist in diesem Verfahren ansonsten stark von Vollerwerbsbetrieben geprägt, die überwiegend von den Eigentümern selbst bewirtschaftet werden. Der „Erläuterungsbericht zum Zuteilungsentwurf der Flurbereinigung Rath vom 16. Juni 1981“ weist neben 85 landwirtschaftlichen Nebenerwerbsbetrieben (davon 45 mit einer Betriebsgröße kleiner als 2 ha, 24 zwischen 2 ha und 5 ha) 51 landwirtschaftliche Haupterwerbsbetriebe aus. Hiervon umfassen 13 mehr als 50 ha, 21 zwischen 20 ha und 50 ha. Allerdings lag eine starke Zersplitterung in kleine Parzellen vor, größerer Besitz war auf bis zu 50 Flurstücke verteilt. Ein wesentliches Motiv für die Einleitung der Flurbereinigung Rath bestand folglich darin, hier eine Verbesserung zu erzielen, was mit einem Zusammenlegungsverhältnis von ca. 7:1 für Vollerwerbsbetriebe bzw. ca. 3:1 für Nebenerwerbsbetriebe gut gelungen ist [– 1981].

In dem vorgestellten Flurbereinigungsverfahren war für ca. 2100 ha eine Wertberechnung im neuen Bestand erforderlich. Eine Zuteilungs- und Absteckungsberechnung fiel für 1053 Flurstücke an, wovon ein großer Teil als Parallelzuteilungen ausgewiesen war. 1141 Blöcke (Wege, Gewässer sowie der überwiegende Teil der in den Ortslagen befindlichen Blöcke) konnten unmittelbar als bedingte Flurstücke übernommen werden. Dabei sind nur noch die Verzeichnisse zu ergänzen und die Datenträger zu erstellen. Schließlich mußten durch Veränderungen im Wege- und Gewässernetz 324 Knickpunkte neu eingelegt werden.

Da weder die einzelnen Ämter für Agrarordnung noch die zum Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen gehörende Technische Zentralstelle in Köln über die für das erstellte Programmsystem notwendige Hardware verfügen, wurde die praktische Erprobung als

Auftragsarbeit für das Amt für Agrarordnung Aachen realisiert. Dabei ist zwar die Zuteilungsberechnung nicht integraler Bestandteil des Planungsvorgangs, eine solche Lösung ist aber auch nur dann sinnvoll, wenn die Planung am Bildschirm durch Bereitstellung weiterer planungsrelevanter Informationen – beispielsweise Entfernung vom Hof, Geländeneigung usw. – bzw. durch Anbieten von Alternativen unterstützt wird. Dies ist in der derzeitigen Konzeption noch nicht möglich. Eine solche Ausgestaltung zu einem flurbereinigungsspezifischen Landinformationssystem erfordert weitergehende Analysen bezüglich jeder zu beinhaltenden Information sowie vor allem bezüglich der Relationen zwischen den einzelnen Informationen. Allerdings ist das entwickelte Programmsystem so konzipiert, daß es als Modul für eine Planung am graphischen Bildschirm im Mensch - Maschine - Dialog fungieren kann.

Die organisatorische Durchführung des Praxistests außerhalb einer Flurbereinigungsdienststelle ist auch insofern nicht nachteilig, als sich für die Wertberechnung im neuen Bestand und für die Ableitung der Blockteilverzeichnisse ohnehin eine Lösung mittels zentraler Datenverarbeitung anbietet (vgl. Kapitel 6.1).

Die Planungsunterstützung erfolgte durch automatisch gebildete Lamellen (vgl. Kapitel 4.1.3.2). Für die Zuteilungsberechnung wurde ein enger Kontakt zu dem planenden Dezernat gehalten, so daß auftretende Fragen umgehend geklärt und für die weitere Planung benötigte Zwischenergebnisse unmittelbar angefordert und weitergegeben werden konnten.

Bei der praktischen Anwendung der vorgeschlagenen Methode ergab sich vom Grundsatz her, daß das entwickelte System zur Bearbeitung der Wert- und Zuteilungsberechnung gut geeignet ist. Es konnten die gesamte Erfassung und alle auftretenden Zuteilungsfälle automatisch bzw. automationsgestützt durchgeführt werden, so daß der angestrebte Datenfluß vom neuen Bestand bis hin zum Abfindungsnachweis lückenlos erreicht wurde. Wie erwartet, waren hierzu allerdings während der Bearbeitung des Pilotverfahrens noch einige Korrekturen und Erweiterungen des Programmsystems erforderlich.

So traten vor allem in den ersten Fluren mehrere Programmfehler auf, die allerdings wegen vielfältiger Absicherungen in den Programmen schnell aufgedeckt und behoben werden konnten. Nicht berücksichtigte Sonderfälle in den Algorithmen ergaben sich vornehmlich bei der Blockzerlegung. Auch hier konnte durch

entsprechende Ergänzung der Programme Abhilfe geschaffen werden.

Zusätzlich erforderliche Funktionen betrafen vor allem die Fortführung. So ist beispielsweise die Umflurung von Blöcken zwar bereits im Grobkonzept genannt, aber erst während der praktischen Erprobung als zwingend notwendig erkannt und realisiert worden. Weiterhin wurde eine universelle Editing-Funktion geschaffen, mit der Fortführungen im Datenbestand verprobt durchgeführt werden können. Für die Zuteilungsberechnung und die Auswertung des Flurstückspeichers ist die Bearbeitung von Nachträgen ermöglicht worden.

Bezüglich der Handhabung des Programmsystems erwies sich der auf Interaktion ausgerichtete Aufbau als sehr zweckmäßig. Aufgrund des geführten Dialogs konnten auch Sachbearbeiter, die nicht mit EDV vertraut waren, bereits nach kurzer Einweisung selbständig mit dem System arbeiten. Dabei auftretende Rückfragen führten in vielen Fällen zu einer Erweiterung bzw. Präzisierung des Dialogs. Bei der Digitalisierung wurde die durchgreifende Verprobung und die Fortschrittskontrolle am graphischen Bildschirm als sehr hilfreich empfunden. Während Digitalisieren häufig als ermüdende, langweilige Tätigkeit charakterisiert wird, war bei dem durchgeführten Pilotverfahren sogar eine besondere Präferenz für diese Arbeit festzustellen. Hierzu trägt außer der psychologisch wichtigen Visualisierung des bereits Erledigten auch die Sicherheit bei, daß etwaige Fehler automatisch aufgedeckt werden und sich unmittelbar beheben lassen. In dieser Hinsicht haben sich aus der praktischen Erprobung Anregungen zu weiteren Plausibilitätskontrollen in allen Programmteilen ergeben. Außerdem wurden die Korrekturmöglichkeiten im Anschluß an die Digitalisierung erheblich erweitert. Ein weiteres Ergebnis des Praxistests besteht darin, daß die Hilfsfunktionen bei der Bearbeitung von Fortführungen und bei der Zuteilungs- und Absteckungsberechnung ergänzt worden sind. Durch dieses Bündel von Maßnahmen konnte die Benutzerfreundlichkeit und damit die Verwendbarkeit des Programmsystems weiter gesteigert werden.

Bei der Einarbeitung von neuen Programmteilen wirkt sich der der Entwicklung zugrunde gelegte modulare Aufbau sehr vorteilhaft aus. So konnten benötigte Hilfsfunktionen teilweise unverändert aus anderen Programmteilen übernommen werden. Auch Neuentwicklungen lassen sich ohne Schwierigkeiten über die vorgegebenen Schnittstellen angliedern. Insofern

erfordern etwaige zusätzliche Anforderungen in der Regel nur einen geringfügigen Adaptionsaufwand.

Bezüglich der Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Methode gegenüber der bisherigen Praxis in Nordrhein-Westfalen kann festgestellt werden, daß die praktische Erprobung die erwarteten Vorteile vollauf bestätigt hat. Durch den durchgängig automatischen Datenfluß von der Flächenberechnung im neuen Bestand bis zur Erstellung des Abfindungsnachweises sowie durch die durchgreifende Verprobung der manuellen Erfassungsvorgänge und der Auswertemaßnahmen ist eine weitestgehende Absicherung gegen grobe Fehler erreicht. Dadurch wird das Vertrauen in die Richtigkeit der Ergebnisse gestärkt, ein Faktor, der gerade unter dem Gesichtspunkt eines kritischeren Bürgerbewußtseins an Relevanz gewinnt.

In eine ähnliche Richtung wirkt ein zweiter Vorteil: Durch das realisierte System lassen sich zusätzliche wünschenswerte Informationen erlangen. Hierfür zwei Beispiele: Bei der Zuteilungsberechnung liegt die Aufgliederung der neuen Flurstücke nach Klassen digital vor. Nach Speicherung dieser Daten kann automatisch ein entsprechender Datenträger abgeleitet werden, der es ermöglicht, den Abfindungsnachweis entsprechend dem Einlagenachweis mit Ausweisung der Klassen zu erstellen. Damit wird bei minimalem Mehraufwand die Transparenz für die Beteiligten deutlich erhöht. Aus den digitalen Datenbeständen lassen sich außerdem leicht verschiedene Zusammenstellungen, wie z.B. Verzeichnisse der zugeteilten Flurstücke, ableiten, die die Effizienz bei weiteren Arbeitsschritten steigern. Hier wurden u.a. Vorteile für die Bearbeitung von Nachträgen erzielt. Bislang mußte auf solche Verzeichnisse häufig wegen des hohen Aufwandes bei manuellem Zusammenstellen und Abschreiben verzichtet werden.

Als Hauptvorteil der vorgeschlagenen Methode ist die Beschleunigung der Arbeitsabläufe anzusehen. Hier sind allerdings die einzelnen Verfahrensabschnitte differenziert zu betrachten. Bei der Wertberechnung im neuen Bestand ist eine Zeiteinsparung von ca. 20 % gegenüber der herkömmlichen, auf Sollflächenabstimmung abgestellten Flächenermittlung mittels Offline-Digitalisierung erzielt worden. Die Ursache dafür liegt hauptsächlich in dem verprobten Erfassungsmodus, der den Aufwand für die Fehlerbehebung minimiert.

Bei der Erstellung des Zuteilungsentwurfs konnte durch die Verwendung der automatisch gebildeten regelmäßigen Blockteile ein Techniker des mittleren Dienstes für

andere Aufgaben freigestellt werden. Der Vorteil der Planung von Parallelzuteilungen anhand von Lamellen erwies sich bei dichtem Klassennetz als besonders groß. Zu der Einsparung während der Planungsphase ist noch hinzuzurechnen, daß der Aufwand für die Aufgliederung in Blockteile und der dadurch verursachte Digitalisierungsmehraufwand entfallen. Da die Lamellenbildung aber nicht an das neuentwickelte System gebunden ist und in anderen Bundesländern bereits seit längerem praktiziert wird, sollen die damit zusammenhängenden Vorteile nicht weiter quantifiziert und berücksichtigt werden.

Dennoch ergibt sich auch während der Planungsphase ein Fortschritt dadurch, daß die Lamellenbildung auf einem dezentral einsetzbaren Rechner implementiert ist. Hiermit wird eine wesentlich stärkere Flexibilität erreicht, es können auch noch Alternativaufteilungen in Lamellenform ausgewiesen werden, die sich erst während der Planung ergeben. Durch die Funktionen ‚Blockzerlegung‘ und ‚Blockaggregation‘ lassen sich zudem auch komplizierte Varianten unterstützen. Die aufgeführten Möglichkeiten sind zwar – gemessen an der gesamten Verfahrensfläche – nur bei wenigen Blöcken zum Einsatz gekommen, allerdings konnten hierdurch gerade nicht völlig zufriedenstellende Neueinteilungen leichter in mehreren Varianten durchdacht werden. Es ist daher zu unterstellen, daß bei einer Aufhebung der organisatorischen Trennung von Planungs- und Rechenstelle die sich ergebenden Möglichkeiten der Unterstützung von verschiedenen Planungsalternativen extensiver genutzt würden.

Die vorgeschlagene Konzeption ist darauf ausgerichtet, die Zuteilungs- und Absteckungsberechnung aus den bei der Wertberechnung im neuen Bestand gewonnenen Daten abzuleiten. Dadurch sollte dieser Verfahrensabschnitt entscheidend beschleunigt werden. Dieser Zielsetzung konnte in dem durchgeführten Pilotverfahren vollauf genügt werden. Für die dort angefallenen Einrechenarbeiten ist nach den in Nordrhein-Westfalen vorliegenden Erfahrungswerten bei konventioneller Vorgehensweise (graphische Zuteilungsberechnung mit anschließender numerischer Absteckungsberechnung) ohne Ergänzung der Risse und Karten ein Zeitaufwand von ca. 8 Mannmonaten anzusetzen. Diese Arbeiten konnten mit dem entwickelten System in ca. 2 Mannmonaten durchgeführt werden.

Die erzielte Zeiteinsparung von 75 % ist allerdings nicht bei allen im Rahmen der Einrechnung anfallenden Arbeiten gleichmäßig vorhanden. Während beispiels-

weise Parallelzuteilungen weniger als 10 % der bislang benötigten Zeit erforderten, wurde bei unregelmäßigen Zuteilungen und Wegeeinlegungen eine Verkürzung der Bearbeitungszeit von etwa 40 % bis 60 % festgestellt; bei Festlegungen, die einen hohen Bedieneranteil erfordern, betrug der Zeitvorteil gelegentlich auch lediglich 10 % bis 30 %. Flurstücke, die als bedingte Blöcke übernommen werden müssen, erforderten wegen der gleichzeitig erfolgenden Erfassung der flurstücksbezogenen Daten sogar einen geringfügig höheren Zeitaufwand, was sich bei dem Verfahren Rath insbesondere durch die Vielzahl der Ortslagenflurstücke auswirkte.

Außerdem wird zusätzlicher Arbeitsaufwand durch die Berichtigung der gespeicherten Daten in bezug auf Fortführungen verursacht, die sich nach der Wertberechnung im neuen Bestand ergeben. Hierfür waren im vorliegenden Fall etwa 50 Stunden erforderlich. Ein großer Teil dieser Arbeiten (so Koordinatenänderungen, Punktentfernungen oder Punkteinfügungen) bewirkt allerdings nur wegen der organisatorischen Abkopplung der Einrechenstelle vom planenden Dezernat Mehraufwand gegenüber der bisherigen Vorgehensweise. Dieser Nachteil ist aber gemessen an dem gesamten Zeitgewinn durchaus tolerierbar.

In einer Gesamtbetrachtung der Einrechnungsphase – einschließlich Ergänzung der Risse und Karten – ist in dem bearbeiteten Pilotverfahren konventionell ein Arbeitsaufwand von ca. 12 Mannmonaten angefallen. Bei Einsatz von 3 Sachbearbeitern war für diese Phase eine Zeitspanne von 4 Monaten anzusetzen. Hierzu ist noch ein Zeitraum von 4–6 Wochen für die Abholung der Einrechnungsergebnisse und die Aufdeckung von Fehlern hinzuzurechnen. Mit der neuen Methode ist dieser Verfahrensabschnitt auf 2 Monate zuzüglich ca. 2 Wochen für die Übernahme der Daten von Datenträgern und die Klärung von Unstimmigkeiten verkürzt worden. Dabei sind mit der Aufgliederung der Flurstücke nach Klassen sowie der Erstellung von Flurstücksübersichten sogar zusätzliche Dienstleistungen erbracht worden. Die Verkürzung der Einrechnungsphase um ca. 3 Monate kann gemäß der aktuellen politischen Willensbildung für eine weitere Intensivierung der Planung sowie für eine verstärkte Einbeziehung der von der Planung betroffenen Bürger genutzt werden [Eisenmann 1981].

Abschließend sollen die Kosten für die konventionelle Vorgehensweise in Nordrhein-Westfalen und für die vorgeschlagene Methode gegenübergestellt werden,

wobei die Planungsunterstützung durch Lamellen aus den oben erläuterten Gründen ausgeklammert bleibt. Hierzu sind zusätzlich zum Personaleinsatz die Kosten für die benötigten Geräte zu erfassen. Bei einer fünfjährigen linearen Abschreibung, einer Einbeziehung der Wartungs- und der Betriebskosten und unter der Voraussetzung einer Auslastung der Geräte in Höhe von 50 % müssen für einen graphischen Arbeitsplatz (erforderliche Kapitalinvestition einschließlich anteiligem Rechnerbedarf ungefähr 200 000,- DM) ein Stundensatz von 80,- DM, für einen alphanumerischen Arbeitsplatz (ca. 100 000,- DM) 40,- DM und für einen Offline-Digitizer (ca. 60 000,- DM) 25,- DM angesetzt werden. Die Arbeitsstunde eines technischen Sachbearbeiters ist einschließlich aller Nebenkosten entsprechend den Vergabesätzen von 1982 in Nordrhein-Westfalen mit ca. 50,- DM zu berücksichtigen.

Bei Zugrundelegung dieser Sätze ergeben sich im Verfahren Rath für die Wertberechnung im neuen Bestand bei Offline-Digitalisierung mit Sollflächenabstimmung Kosten in Höhe von ca. 20 000,- DM gegenüber etwa 24 000,- DM bei der vorgeschlagenen Methode. Trotz des etwas geringeren Arbeitsaufwandes entsteht also ein Kostenmehraufwand von etwa 20 %. Dieser resultiert aus dem höheren Gerätebedarf bei der Digitalisierung, die mit etwa 70 % des gesamten Zeitbedarfs der Wertberechnung im neuen Bestand anzusetzen ist.

Bei der Zuteilungs- und Absteckungsberechnung schlägt dagegen trotz des erforderlichen Geräteeinsatzes die Verringerung des Arbeitsaufwandes zugunsten des

neuen Verfahrens durch. Hier stehen den konventionell mit ca. 70 000,- DM zu veranschlagenden Kosten bei Einsatz des entwickelten Systems ca. 36 000,- DM einschließlich Einarbeitung der Fortführungen gegenüber. In beiden Summen ist die Ergänzung der Risse und Karten nicht enthalten. Damit ergeben sich für den gesamten in die Automatisierung einbezogenen Komplex Kosten von ca. 90 000,- DM bei herkömmlicher Vorgehensweise bzw. von ca. 60 000,- DM bei Einsatz der vorgestellten Methode. In diesem Kostenvorteil von mehr als 30 % ist allerdings der einmalig angefallene Aufwand für die Analyse und die Programmierung nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das entwickelte System die erwarteten Vorteile erbracht hat und selbst bei nur 50-prozentiger Auslastung der erforderlichen Geräte wirtschaftlich arbeitet. Aufgrund der positiven Erfahrungen in dem Pilotverfahren wurden zwischenzeitlich ebenfalls der erste Nachtrag von Rath sowie die Verfahren Geilenkirchen und Müddersheim nach der vorgeschlagenen Methode durchgeführt. Für das Verfahren Immendorf erfolgte die Wertberechnung im neuen Bestand und damit der Aufbau der Dateien. Wegen der Programmverbesserungen, die aufgrund der Erfahrungen der ersten praktischen Erprobung erfolgt sind, sowie der teilweise sehr dichten Parallelzuteilungen konnten die für Rath erzielten Ergebnisse noch deutlich übertroffen werden. Es steht somit zu erwarten, daß das entwickelte System eine hohe Akzeptanz seitens der Praxis erfahren wird.

7 Zusammenfassung

Der Einsatz automatischer bzw. automationsgestützter Verfahren hat in den letzten Jahren immer stärkeren Eingang in die Vermessungspraxis gefunden. In der Flurbereinigung werden seit längerem alphanumerische Problemstellungen mit Hilfe der EDV bearbeitet. Lücken klaffen in der angestrebten durchgängigen Automationskette vor allem noch da, wo in graphischer Form vorliegende Informationen einbezogen werden sollen. Es ist das Ziel dieser Arbeit, die Voraussetzungen für die Anwendung der Automation auf die Wert- und Zuteilungsberechnung zu untersuchen sowie darauf aufbauend ein geeignetes Verfahren hierfür zu entwickeln und zu erproben.

Dazu werden in Kapitel 2 die Funktionen der Wert- und Zuteilungsberechnung dargelegt. Wegen des Prinzips der wertgleichen Abfindung muß eine Auswertung der in analoger Form vorliegenden Wertermittlungsergebnisse im Zuge eines Flurbereinigungsverfahrens mehrfach durchgeführt werden: im alten Bestand, im neuen Bestand, während der Erstellung des Zuteilungsentwurfs und als Zuteilungsberechnung.

In Kapitel 3 erfolgt eine Darstellung und Diskussion der konventionellen Methode der Wertberechnung und der vorliegenden Automationsansätze. Während die Abschnittsflächen im alten und neuen Bestand heute weitestgehend durch Offline-Digitalisierung bestimmt werden, überwiegen bei der wegen ihres iterativen Charakters besonders aufwendigen Zuteilungsberechnung noch graphisch-manuelle Methoden. Allen Verfahren gemeinsam ist die Tatsache, daß sie sich nur auf jeweils eine Bearbeitungsphase beschränken.

Es ergibt sich somit als Zielsetzung für weitere Automationsbestrebungen, die isolierte Bearbeitung einzelner Phasen durch einen integrativen Ansatz zu ersetzen. Dabei kann eine Untergliederung in zwei weitgehend voneinander unabhängige Problemstellungen vorgenommen werden, die zum einen die Verknüpfung der Wertberechnungen im alten und neuen Bestand, zum anderen die Anbindung der Zuteilungsberechnung an die Wertberechnung im neuen Bestand umfassen. Es stellt sich heraus, daß die Voraussetzungen für eine integrative Bearbeitung der Wertberechnung im neuen Bestand und der Zuteilungsberechnung wegen des Rückgriffs auf identische Kartengrundlagen besonders günstig sind.

Ausgehend von der Analyse vorliegender Ansätze (Kap. 3.4.2), wird in Kapitel 4 ein Verfahren konzipiert, mit dem sich die Zuteilungsberechnung durchgängig numerisch auf der Basis der bei der Wertberechnung im neuen Bestand erfaßten Daten durchführen läßt. Aus den sich dabei ergebenden Leistungsanforderungen, wie z.B. widerspruchsfreie Datenerfassung, Unterstützung des Planungsvorgangs, automatische Bearbeitung aller Zuteilungsfälle und Fortführungsfähigkeit, folgt die Notwendigkeit des Einsatzes interaktiver graphischer Methoden. Der Funktionsumfang eines diesen Forderungen entsprechenden Systems geht aus dem Grobkonzept hervor (Kap. 4.2).

Um von dem Grobkonzept zu dem angestrebten Programmsystem zu gelangen, muß eine weitere Analyse und Präzisierung in jedem Einzelpunkt des Funktionskatalogs durchgeführt werden. Dies wird in Kapitel 5 exemplarisch anhand der Auswahl des geeignetsten Digitalisierungsverfahrens verdeutlicht. Die dabei zugrunde gelegten konzeptionellen Grundsätze und Methoden, insbesondere die Interaktion einschließlich der Problematik der Funktionstrennung zwischen Automat und Bediener, die Absicherung durch umfassende Plausibilitätskontrollen und die Schaffung von Korrekturmöglichkeiten, gelten analog auch für die übrigen Problemfelder. Die Realisierung des ausgewählten Verfahrens (erweiterte maschenorientierte Online-Digitalisierung) ist in Form von Flußdiagrammen dokumentiert. Anschließend werden aspektuierend einige Hinweise zur Datenspeicherung und zu den Auswertalgorithmen (Lamellenbildung und Parallelzuteilung) gegeben.

Der Funktionsumfang des Grobkonzepts ist vollständig in ein Programmsystem überführt worden (Kap. 6). Die zum Betreiben des Systems erforderlichen Hardware- und Software-Voraussetzungen lassen eine Kombination aus zentralem Einsatz für die Datengewinnung und dezentralem Einsatz für die Laufendhaltung der Dateien und die Zuteilungsberechnung zu. Abschließend werden die Ergebnisse einer praktischen Erprobung dargelegt, die anhand eines 2267ha großen Pilotverfahrens erfolgte. Danach ist das entwickelte System voll funktionstüchtig. Bei der Zuteilungs- und Absteckungsberechnung wurde eine Beschleunigung der Arbeitsabläufe um durchschnittlich 75 % gegenüber der konventionellen Vorgehensweise in Nordrhein-Westfalen erzielt. Für

den Gesamtkomplex Wertberechnung im neuen Bestand sowie Zuteilungs- und Absteckungsberechnung ergab sich – allerdings ohne Berücksichtigung des Analyse- und Programmieraufwandes – bereits bei einer Geräteauslastung von im Mittel 50 % ein Kostenvorteil von mehr als 30 % zugunsten des vorgeschlagenen Verfahrens.

Es steht daher zu erwarten, daß das entwickelte System eine hohe Akzeptanz seitens der Praxis erfahren wird, zumal die Verkürzung der Einrechnungsphase gemäß der aktuellen politischen Willensbildung für eine weitere Intensivierung der Planung sowie eine verstärkte Einbeziehung der von der Planung betroffenen Bürger genutzt werden könnte.

Literaturverzeichnis

- ABB, W.: Die Automation der Flurbereinigung in der Bundesrepublik Deutschland. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 21, München 1975, S. 5–8.
- ABB, W.: Die moderne Flurbereinigung – eine Verpflichtung für den Geodäten. In: Das öffentliche Vermessungswesen in Bayern, München 1976, S. 205–210.
- APPELT, G.: Datengewinnung mittels Digitalisierung. In: Graphische Datenverarbeitung im Anwendungsbereich Liegenschaftskataster. Seminar 1976. Hrsg.: Arbeitskreis „Instrumente und Vermessungsmethoden“, S. 51–54.
- APPELT, G.: Zielvorstellungen und Anforderungen für ein interaktives graphisches System. In: Graphische Datenverarbeitung im Anwendungsbereich Liegenschaftskataster. Seminar 1976. Hrsg.: Arbeitskreis „Instrumente und Vermessungsmethoden“, S. 69–70.
- ARGEFLURB: Automatisierte Bearbeitung der neuen Liegenschaftskarten (Ansatz der Flächenberechnung sowie Festlegung der Zeichnungs- und Beschriftungselemente mit einem interaktiven graphischen Digitalisiersystem). In: ADV-Projekt Interaktive graphische Bearbeitung des Flurbereinigungsplanes. Dokumentation. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), Heft 2, München 1979 a, S. 5–80.
- ARGEFLURB: Automatisierte kartographische Bearbeitung des Planes über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen (§ 41 FlurbG) sowie des Bauentwurfs. In: ADV-Projekt Interaktive graphische Bearbeitung des Flurbereinigungsplanes. Dokumentation. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), Heft 2, München 1979 b, S. 81ff.
- ARGEFLURB: Wertermittlung in der Flurbereinigung. Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb). Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe B: Flurbereinigung, Sonderheft, Münster-Hiltrup 1982.
- ATVF: Das Bewertungsverfahren in der Flurbereinigung. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft für das technische Verfahren der Flurbereinigung im Bundesgebiet (AtVF), München 1964.
- BATZ, E.: Zur Automatisierung des Verfahrensablaufs der Flurbereinigung in Hessen. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung 1974, S. 65–69.
- BATZ, E.: Erstellung und Fortführung von Dateien und Karten im Flurbereinigungsverfahren. In: Graphische Datenverarbeitung im Anwendungsbereich Liegenschaftskataster. Seminar 1976. Hrsg.: Arbeitskreis „Instrumente und Vermessungsmethoden“, S. 95–103.
- BATZ, E.: Landentwicklung im Wandel – Versuch einer Standortbestimmung. In: ZfV 1980, S. 566–573.
- BATZ, E. und A. HOPFER: Technical Progress in Modern Land Consolidation. In: Ber. XVI. FIG. Kongr. 1981, Nr. 704.1.
- BAUMGARTNER, E. und R. MÜLLER: Digitalisieren im Landumlegungsverfahren. In: AVN 1977, S. 59–61.
- BECKER, W.: Becker-Punktpolarplanimeter. In: VR 1965, S. 70–73.

- BERKEMEIER, W.;
H.-J. LENZ und
F.-J. VELTMANN: Entwicklung eines Programmsystems zur Digitalisierung und Auswertung großmaßstäbiger Schätzungskarten durch eine interaktive graphische Datenverarbeitungsanlage. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn 1980.
- BIGLER, H.: Landumlegung – Eine Maßnahme zur Durchführung der Raumplanung. Dissertation Zürich 1976.
- BOGAERTS, M.J.M.: Neue Entwicklungen in Landinformationssystemen. In: ZfV 1981, S. 640–643.
- BRAUMILLER, K.: Interaktive graphische Bearbeitung des Flurbereinigungsplans. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 40, München 1981, S. 21–34.
- BÜTTNER, R. und K. NÄSER: Möglichkeiten zur Digitalisierung großmaßstäbiger Karten. In: VT 1980, S. 361–363.
- DELORD, P.: Traitement Electronique des Travaux Administratifs de Remembrement. In: Ber. XVI. FIG Kongr. 1981, Nr. 704.4.
- DONIE, M.; K. HEILAND;
K. KOLLMER und
W. LEIBBRAND: Technik und Organisation in den Flurbereinigungsverwaltungen der Bundesländer. In: AVN 1981, S. 424–434.
- EBNER, H. und P. REISS: Neue Anwendungen der Photogrammetrie in der Flurbereinigung. Gutachten. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), Heft 3, München 1980.
- EISENMANN, H.: Flurbereinigung der 80er Jahre. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 37, München 1981, S. 19–23.
- ENCARNAÇÃO, J.L.: Computer-Graphics – Programmierung und Anwendung von graphischen Systemen. München 1975.
- ENGEL, P.: Datenverarbeitung und Koordinatenkataster in der Flurbereinigung. In: NÖV 1974, S. 229–257.
- FIG – D 14: Fachwörterbuch Benennungen und Definitionen im deutschen Vermessungswesen mit Hinweisen auf äquivalente englische und französische Benennungen. Manuskriptdruck. Heft 14, Flurbereinigung. Vorläufige Ausgabe zum XIII. Internationalen Kongreß der F.I.G., Frankfurt a.M. 1971.
- FINDEISEN, D.: Erstellung eines Programms zur interaktiven Digitalisierung von Flurkarten unter besonderer Berücksichtigung einer geeigneten Datenspeicherung. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn 1981.
- FLURBANW NW 5: Anweisung für die Durchführung der Flurbereinigung im Lande Nordrhein-Westfalen (Flurbereinigungsanweisung NW – FlurbAnw NW), Teil 5: Nachweise und Verzeichnisse. Runderlaß des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 25. 5. 1972 – in der Fassung vom 22. Dezember 1980.
- FLURBANW NW 12: Anweisung für die Durchführung der Flurbereinigung im Lande Nordrhein-Westfalen (Flurbereinigungsanweisung NW – FlurbAnw NW), Teil 12: Flächen- und Wertberechnungen. Runderlaß des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 5. September 1974.
- FLURBG: Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. März 1976 (BGBl I S. 546), geändert durch Gesetz vom 1. Juni 1980 (BGBl I S. 649).

- FRANK, A.: Datenspeicherung für schnellen Zugriff auf Daten räumlich benachbarter Objekte. In: NaKaVerm, Reihe I, Heft 85, Frankfurt a. M. 1981, S. 37–47.
- FUCHS, H.G.: Eine Fehleranalyse der Flurbereinigungsschätzung. In: AVN 1969, S. 386–391 und 437–452.
- FUCHS, H.G.: Bodenschätzung und Flurbereinigung '74. In: AVN 1974, S. 91–103.
- GEODATA-SERVICE GMBH: Forschungsauftrag des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: EDV-Programm für die Durchführung der Schätzungsberechnung im Flurbereinigungsverfahren mittels automatischer Flächenverschnidung. Olpe 1973.
- GOTTSCHALK, H.-J.: Eine einfache Methode der Zuordnung von Flächenkennzeichen und Flächenbegrenzungslinien bei der Digitalisierung. In: NaKaVerm, Reihe I, Heft 58, Frankfurt a. M. 1972 a, S. 27–30.
- GOTTSCHALK, H.-J.: Ein einfaches Verfahren zur Überprüfung eines Koordinatenmeßgerätes (Digitizer). In: NaKaVerm, Reihe I, Heft 58, Frankfurt a. M. 1972 b, S. 31–36.
- GÜTLER, H.: Bodennutzungsplanung nach einem Optimierungsmodell in der Flurbereinigung. Dissertation Bonn 1979. Erschienen als Heft 3 der Schriftenreihe des Instituts für Städtebau, Bodenordnung und Kulturtechnik der Universität Bonn.
- GULBINS, J.: Einführung in die Benutzung der PDP 11 mit Betriebssystem RSX 11 M. Tübingen 1979.
- HAAG, K.: Automationsunterstützte Fortführung und Erneuerung der Flurkarten in Hessen. In: AVN 1980, S. 336–345.
- HAHN, TH.: Bewertungsgrundsätze und Schätzungsmethoden in der Flurbereinigung und deren Folgemaßnahmen. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 25, Stuttgart 1960.
- HEILAND, K. und W. KLEIN: Die Verwendung des Digimeters zur halbautomatischen Datenerfassung bei der Flächen- und Wertermittlung in der Flurbereinigung. In: AVN 1968, S. 416–424.
- HEUPEL, A.: Die Kartographie auf dem Wege zur Automation. In: Festschrift Prof. Dr.-Ing. Helmut Wolf zum 60. Geburtstag, Bonn 1970, S. 63–68.
- HEUPEL, A.: Application of Interactive Graphic Systems in Cartography. Paper presented at the Ninth United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Pacific, Wellington 1980.
- HOISL, R.: Landinformation in der bayerischen Agrarplanung. In: VR 1978, S. 384–392.
- HOLDER, W.: Zur Digitalisierung von Flurkarten im Rahmen der Flurkartenerneuerung. In: Festschrift zur Emeritierung von o. Prof. Dr. techn. Fritz Löschner am 30. September 1977. Veröffentlichung des Geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen Nr. 23, 1977, S. 445–453.
- HUPFELD, W.: Ein Beispiel zur mathematischen Planungsrechnung. In: ZfV 1971, S. 61–65.
- JORDAN; EGGERT; KNEISSL: Handbuch der Vermessungskunde. 10. völlig neu bearbeitete und neu gegliederte Ausgabe, Band IV b, Ländliche Neuordnung (Flurbereinigung), bearbeitet von H. GAMPERL. Stuttgart 1967.
- KARGE, D. und W. WELZEL: Untersuchungen zur Homogenisierung digitalisierter Inselkarten. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn 1982.

- KAUFMANN, J. und H. BIGLER: Ein erweiterter Ansatz zur Anwendung des Computers in Landumlegungsverfahren. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 1973, S. 39–44.
- KAUFMANN, J.: Auswirkungen von EDV-Verfahren auf die Landumlegung. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 1980, S. 146–150.
- KAUFMANN, J.: Einsatz und Weiterentwicklung von EDV-Verfahren bei Landumlegungen in der Schweiz. In: Ber. XVI. FIG Kongr. 1981, Nr. 704.3.
- KERN, H.: Digitalisieren von Blockgrenzen- und Gemeindegrenzenkarten – Hilfen, Erfahrungen, Probleme. In: NaKaVerm, Reihe I, Heft 89, Frankfurt a. M. 1982, S. 49–57.
- KERSTING, R.: Elektronische Datenverarbeitung in der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz. In: AVN 1973, S. 333–338.
- KLEMPERT, B.: Probleme und Methoden bei der Erarbeitung von Rechenprogrammen für die Erstellung des Zuteilungsentwurfs bei Flurbereinigungen. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 62, Hilstrup 1974.
- KLITZING, F. VON: Die Bedeutung segmentorientierten Raumbezugs für die Kartierung in der räumlichen Planung – Bericht vom SORSA-Forum 1978. In: NaKaVerm, Reihe I, Heft 79, Frankfurt a. M. 1979, S. 79–94.
- KNOTHE, H.: Bereich Zentrale Aufgaben bei der Flurbereinigungsdirection München – Einführung in Aufgaben und Organisation. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 37, München 1981, S. 79–94.
- KROPFF, H.: Ein Optimierungsansatz zur Automatisierung von Zuteilungsplänen in der Flurbereinigung. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 65, Münster-Hiltrup 1977.
- LANDESENTWICKLUNGSPLAN NW: Nordrhein-Westfalen Landesentwicklungsplan I/II – Raum- und Siedlungsstruktur – vom 1.5.1979. In: Landesentwicklung Nordrhein-Westfalen. Bericht der Landesregierung Nordrhein-Westfalen gemäß § 32 des Landesplanungsgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 1979. Schriftenreihe des Ministerpräsidenten des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 42, Düsseldorf 1979.
- LANG, E.: Aktuelle Probleme der Schätzung, Wegenetzgestaltung und Neueinteilung im Flurbereinigungsverfahren. Dissertation am Institut für Bau- und Kulturtechnik der Universität Bonn, 1958.
- LANG, E.: Der Einsatz der Automation in der Flurbereinigung. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 60, Hilstrup 1972.
- LEIKAM, K.: Kritische Untersuchung der bei der Flurbereinigung üblichen Wertermittlungsverfahren. Dissertation an der Fakultät für Bauwesen der Technischen Hochschule München 1960.
- LEIKAM, K.: Zur Problematik der Wertermittlung bei der Neuordnung ländlicher Gebiete. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 18, München 1974, S. 5–15.
- LÖBEL, G.; P. MÜLLER und H. SCHMID: Lexikon der Datenverarbeitung. 7. Auflage, München 1978.
- LOCH, R. und W. LÜCK: Erstellung und Nutzung großer grafischer Flächendatenbestände an Beispielen aus der Planungspraxis. In: Raumbezug und Planungsdaten. Hrsg.: DATUM e.V., Bonn 1979.

- MAGEL, H.: Einige Bemerkungen zu einem Landinformationssystem aus der Sicht der Flurbereinigung. In: VR 1978, S. 393–401.
- MARKT & TECHNIK: Marktübersicht: Digitalisiergeräte. In: Markt & Technik 1981, Heft 33, S. 38–47.
- MEIMBERG, P.: Die Bewertung hängiger Grundstücke bei der Flurbereinigung. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 50, Hilstrup 1968.
- MENNE, M.: ANCER – ein Verfahren zum Aufbau eines Raumbezugssystems für kommunale Gebietskörperschaften. In: Raumbezug und Planungsdaten. Hrsg.: DATUM e.V., Bonn 1979.
- MÜLLER, W.: Präsentation graphischer Daten mit Zeichenautomaten. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 40, München 1981, S. 51–58.
- OBERHOLZER, G.: Die Bewertung des landschaftlichen Erlebnispotentials von Flurbereinigungsgebieten. In: AVN 1982, S. 97–107.
- OSTHOFF, F.: Zur Genauigkeit der Bodenschätzung im Flurbereinigungsverfahren. In: ZfV 1959, S. 233–242.
- PELZER, H.: Zur Berechnung optimaler Zuteilungspläne bei der Flurbereinigung. In: VR 1972, S. 345–353.
- PELTZER, H.: Flurbereinigung und Naturschutz. In: ZfV 1981, S. 1–9.
- RIEMER, H.-G.: Ein Programmsystem zur automationsgestützten Erfassung und Auswertung von Bewertungskarten in der Flurbereinigung. In: NaKaVerm, Reihe I, Heft 89, Frankfurt a. M. 1982, S. 83–93.
- ROTHKEGEL, W.: Landwirtschaftliche Schätzungslehre. 2. Auflage, Stuttgart 1952.
- RUSSER, M.: Der Einsatz von Flächenermittlungsgeräten in der Flurbereinigung. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 21, München 1975, S. 101–109.
- SANDMAIER, J.: Grundstücksdatenbank in der Flurbereinigung. In: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 40, München 1981, S. 35–38.
- SCHILCHER, M.: Interaktiv unterstützte Wertermittlung in der Flurbereinigung. In: ZfV 1981, S. 564–573.
- SCHILCHER, M.: Einsatz des interaktiven graphischen Systems SICAD für die rechnergestützte Wertermittlung und Zuteilungsberechnung in der Flurbereinigung. In: NaKaVerm, Reihe I, Heft 89, Frankfurt a. M. 1982, S. 95–104.
- SCHRADER, B.: Ablaufplanung und mathematische Optimierung bei der Flurbereinigung. In: VR 1971 a, S. 419–426 und 485–491.
- SCHRADER, B.: Beiträge zur Entwicklung der Elektronischen Datenverarbeitung in der Geodäsie. DGK, Reihe C, Heft 160, München 1971 b.
- SCHULLER, R.: Elektronische Datenverarbeitung bei der bayerischen Flurbereinigung. In: ZfV 1968, S. 205–216.
- SCHWARZKOPF, B. VON: Vorschläge für die Bewertung von landwirtschaftlichen Grundstücken und Gebäuden bei Verkauf bzw. Kauf sowie Enteignung. Dissertation Bonn 1979.
- SCHWENK, W.: Begriff und Problematik der Interaktion in graphischen Systemen. In: ZfV 1978, S. 399–409.
- SCHWENK, W.: Kartentheorie und Automationstechnik als gemeinsame Grundlage digitaler Kartenmodelle. Dissertation am Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen der Technischen Universität Berlin 1979.

- SEELE, W.: Bodenordnung im Grenzbereich zwischen Städtebau und Landwirtschaft. In: Beiträge zu Städtebau und Bodenordnung, Heft 2, Bonn 1978, S. 123–140.
- SIEMENS: SICAD in der Flurbereinigung. München 1982.
- STAUFENBIEL, W.: Automatische Datenverarbeitung in der topographischen Kartographie. In: KN 1976, S. 81–93; 123–128, 161–169 und 217–220.
- STEINHAUER, W.: Konzeption der interaktiven graphischen Datenverarbeitung in der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung. In: VR 1980, S. 341–358.
- STUHLMANN, H.: Interaktiver graphischer Arbeitsplatz. In: VR 1980, S. 107–115.
- THISSEN, K.-H.: Zeichnerische Erneuerung von Katasterkarten durch Digitalisierung. In: NÖV 1975, S. 50–54.
- VOS, W.H. DE: Zuteilung in Flurbereinigungen mit Hilfe eines automatisierten Systems. In: Ber. XVI. FIG Kongr. 1981, Nr. 704.2.
- WAHL, E.: Erfassung und Verarbeitung von Daten im Bereich des Landesamts für Flurbereinigung und Siedlung Baden - Württemberg. In: ZfV 1968, S. 494–502.
- WEISS, E.: Wertermittlung von Fernleitungsdienstbarkeiten in der Flurbereinigung. In: Recht der Landwirtschaft 1979, S. 143–146.
- WEISS, E.: Flurbereinigung in Nordrhein - Westfalen heute. In: ZfV 1981, S. 182–192.
- WEISS, E.: Wertermittlung von gedrännten Flächen. In: Recht der Landwirtschaft 1982, S. 309–312.
- WIEDERHOLD, G.: Datenbanken. Analyse – Design – Erfahrungen. Band 1, Dateisysteme. München, Wien 1980.
- WISSKIRCHEN, P.: Interaktive graphische Arbeitsplätze – hard- und softwaretechnologische Trends. In: Raumbezug und Planungsdaten. Hrsg.: DATUM e.V., Bonn 1979.
- WITT, W.: Thematische Kartographie – Methoden und Probleme, Tendenzen und Aufgaben. Hannover 1967.
- WÜRTZLER, H.: Erfahrungen mit der automatisierten Herstellung von Karten, Neumessungsrissen und Flächenberechnungen. In: VR 1976, S. 174–180.
- ZEMANEK, H.: Geodäsie und Computer – Das expandierende All der Informationsverarbeitung. In: ZfV 1982, S. 549–560.
- ZIPPELIUS, K.: Aufgaben und Wandel der Vermessung in der Flurbereinigung. In: Das öffentliche Vermessungswesen in Bayern, München 1976, S. 211–218.
- ZIPPELIUS, K.: Computerunterstützte Bearbeitung von Planungskarten und thematischen Karten. In: AVN 1980, S. 294–297.
- ZIPPELIUS, K.: Der technische Fortschritt in der Flurbereinigung. In: ZfV 1981, S. 192–200. Auch erschienen in: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 37, München 1981, S. 95–101.
- : Erläuterungsbericht zum Zuteilungsentwurf der Flurbereinigung Rath vom 16.6.1981. Unveröffentlicht.
- : Bayerischer Flurbereinigungsbericht 1979/80. Erschienen als: Berichte aus der Flurbereinigung, Heft 41, München 1982.

Abkürzungen:

AVN	Allgemeine Vermessungs - Nachrichten, Karlsruhe.
BGBI	Bundesgesetzblatt.
Ber. XVI. FIG Kongr.	Berichte XVI. Internationaler Kongreß der Vermessungsingenieure August 1981 in Montreux.
DGK	Veröffentlichungen der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München.
KN	Kartographische Nachrichten, Bonn - Bad Godesberg.
NaKaVerm	Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M.
NÖV	Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungsdienst Nordrhein - Westfalen, Landesvermessungsamt Nordrhein - Westfalen, Bonn - Bad Godesberg.
VR	Vermessungswesen und Raumordnung, Bonn.
VT	Vermessungstechnik, Berlin.
ZfV	Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart.

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:

Blockdiagramme 1 bis 8.

Anlage 2:

Klarschrift der Ausgangsdaten: Ausschnitt aus der Koordinaten- und der Flächeneckpunktdatei.

Anlage 3:

Hardcopies eines digitalisierten Blocks (oben: fehlerfrei; unten: noch fehlerbehaftet).

Anlage 4:

Blockverzeichnis (Ausschnitt; verkleinert).

Anlage 5:

Blockteilverzeichnis (Ausschnitt: Lamellen entsprechend Abbildung 7; verkleinert).

Anlage 6:

Blockverzeichnis nach der Zuteilungsberechnung (Ausschnitt: Zuteilung entsprechend Abbildung 9; verkleinert).

Anlage 7:

Ausschrieb der Absteckungsberechnung für ein Flurstück.

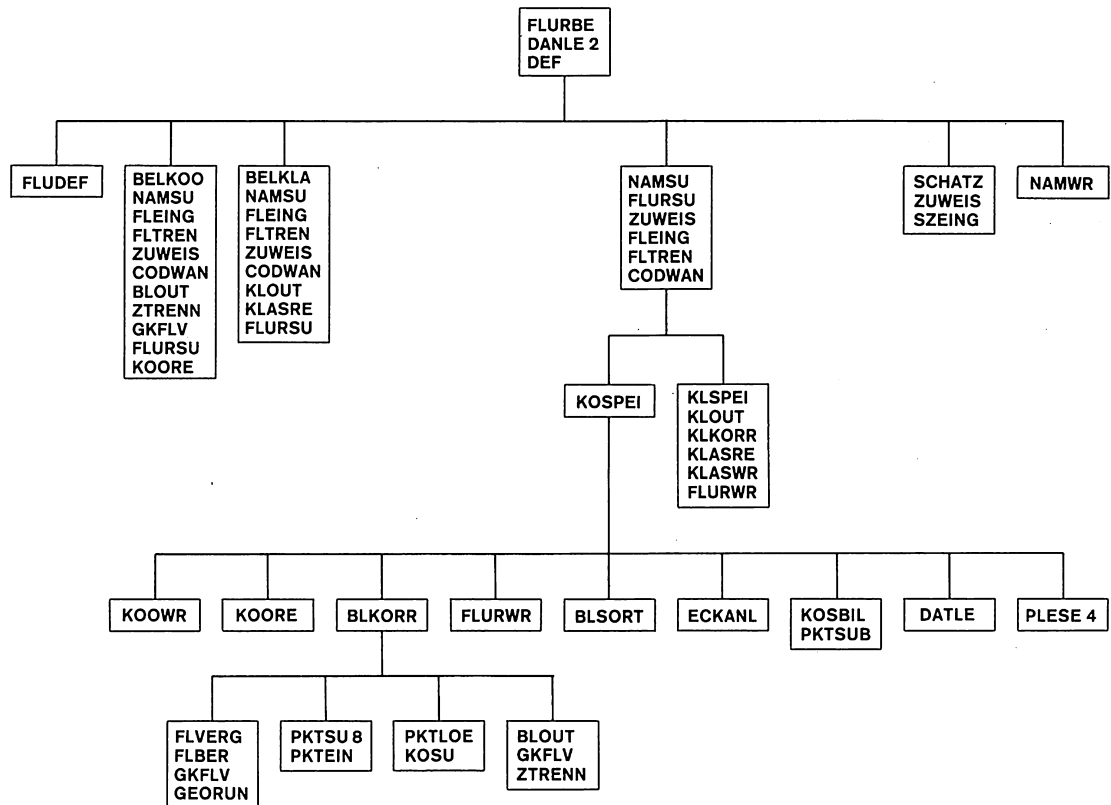
Anlage 8:

Flurstücksverzeichnis (Ausschnitt; verkleinert).

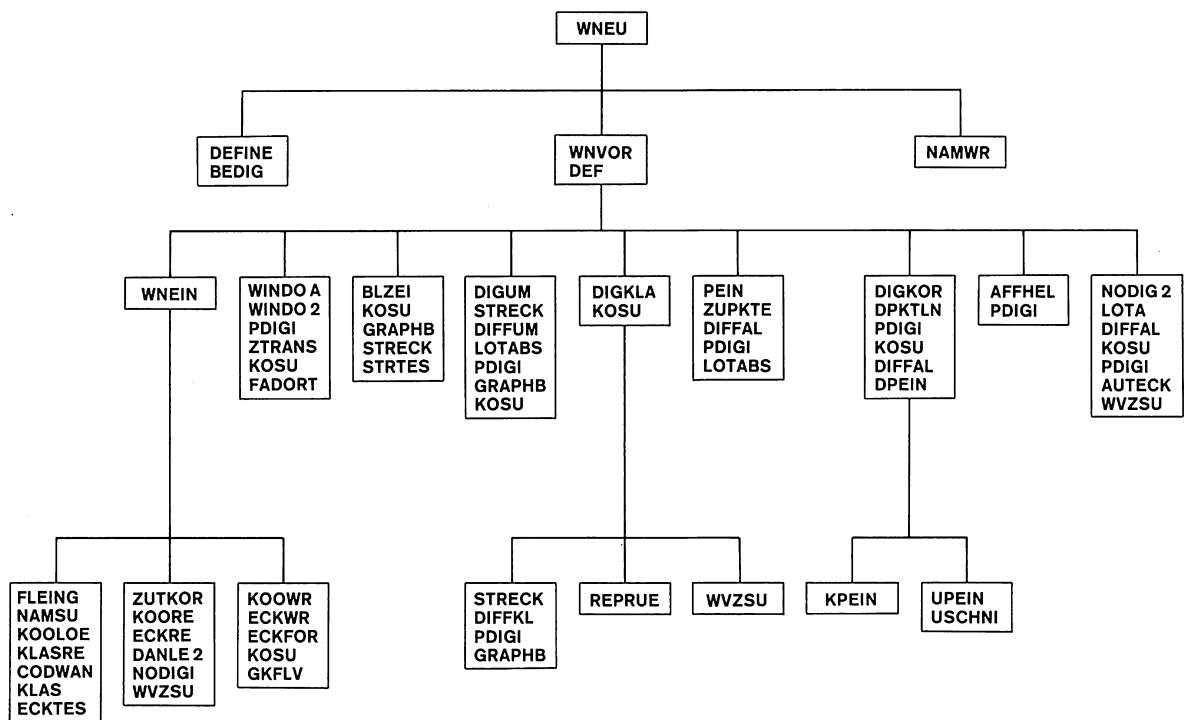
Anlage 9:

Klarschrift der abzugebenden Daten: ‚Blockverzeichnis‘, ‚Klassenabschnitte‘.

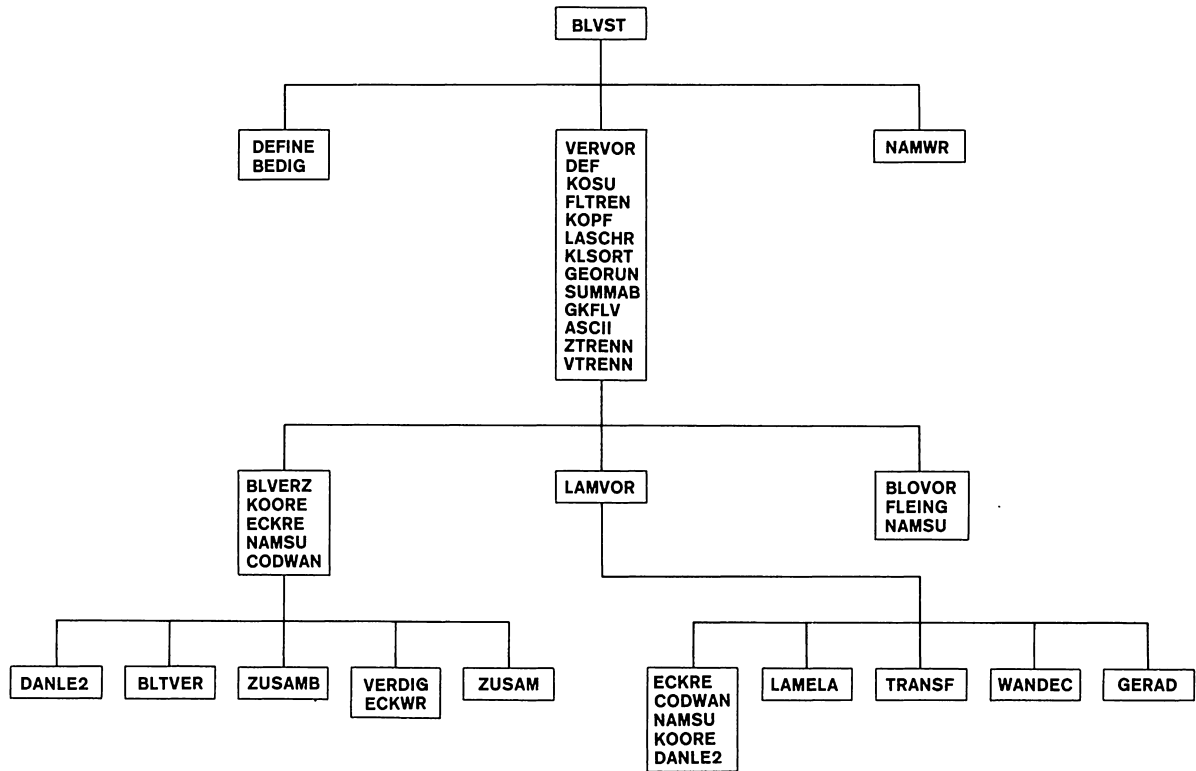
Anlage 1 Blockdiagramm 1: BLOEIN



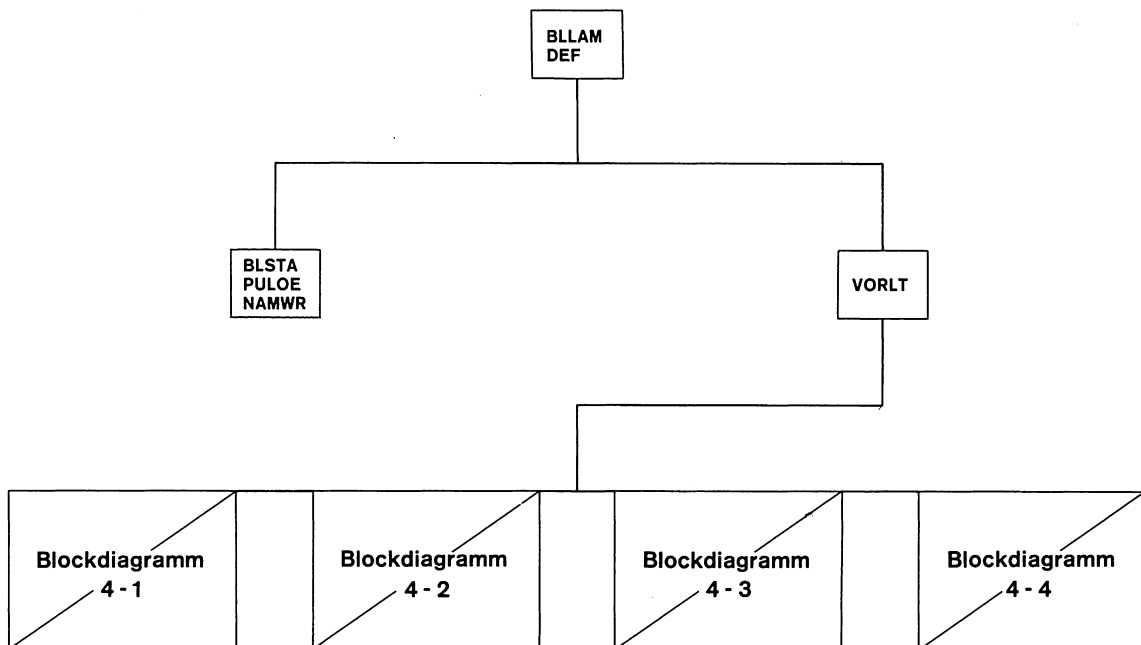
Blockdiagramm 2: BLODIG



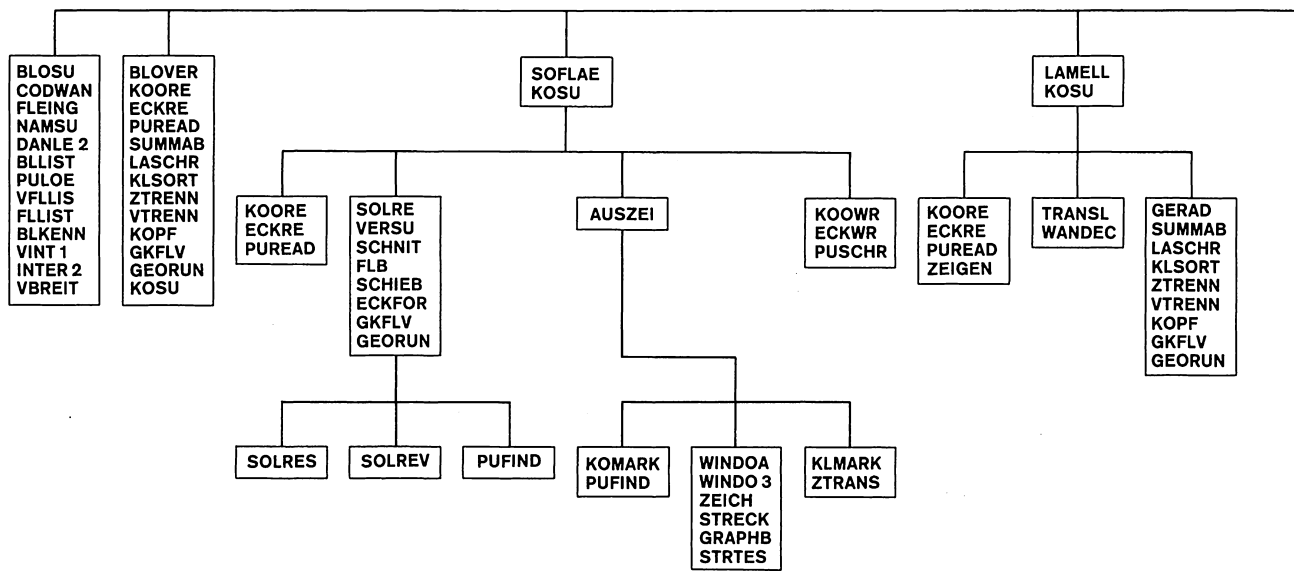
Blockdiagramm 3: BLOVER



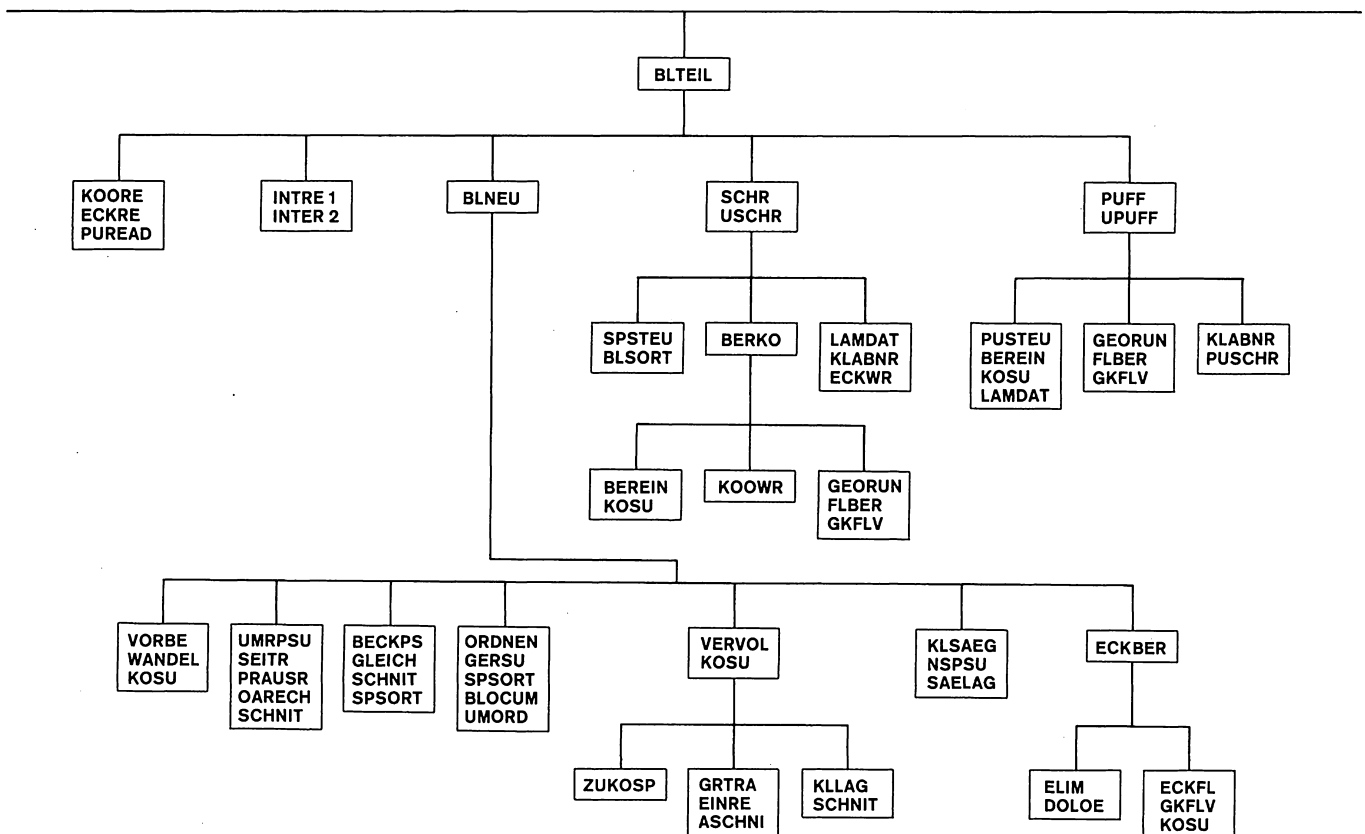
Blockdiagramm 4: BLOAEN



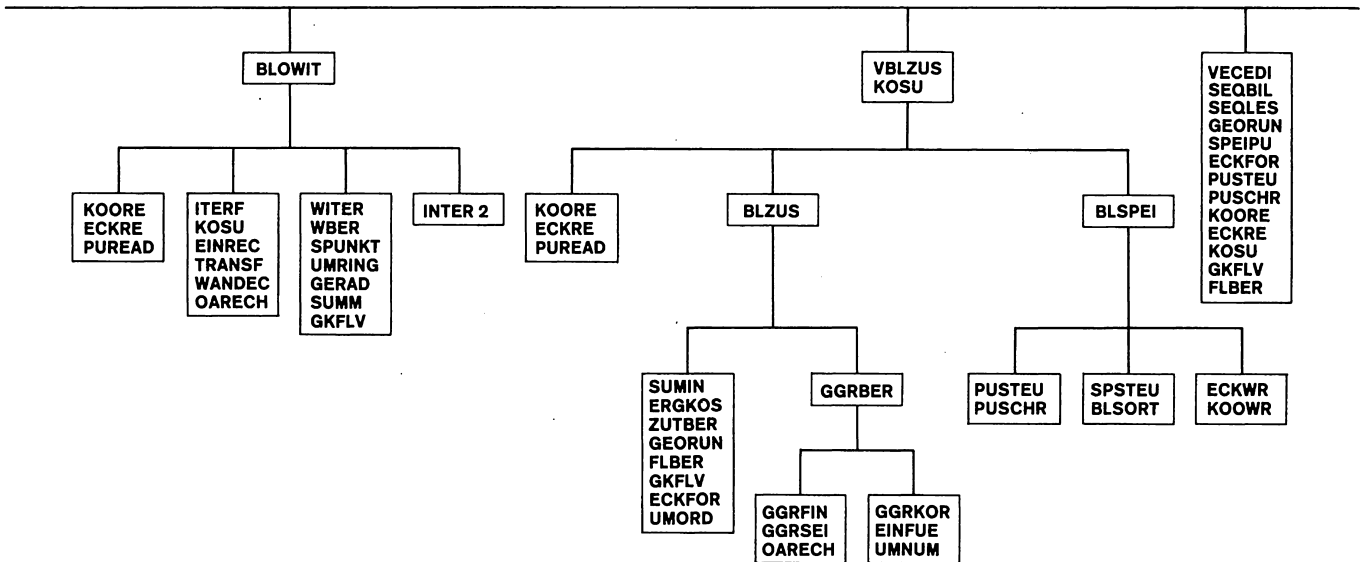
Blockdiagramm 4-1



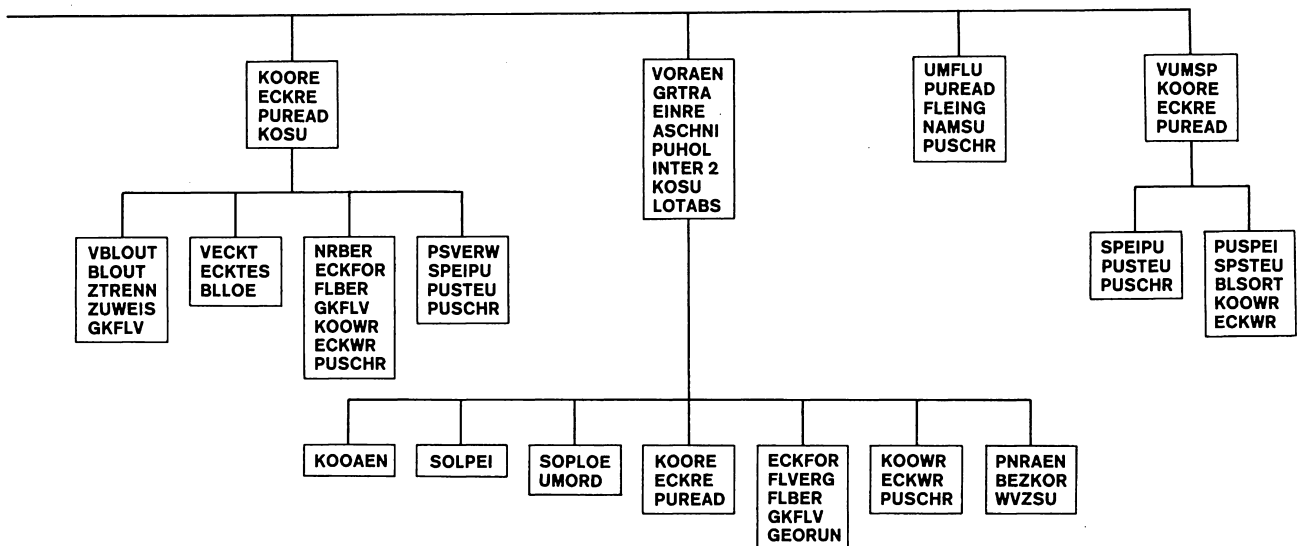
Blockdiagramm 4-2



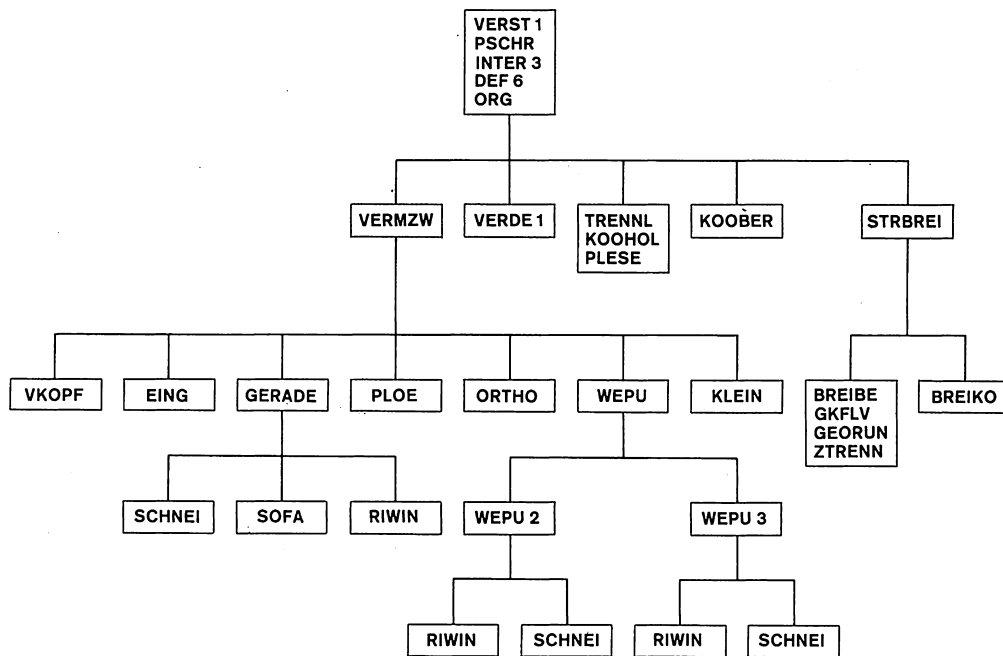
Blockdiagramm 4-3



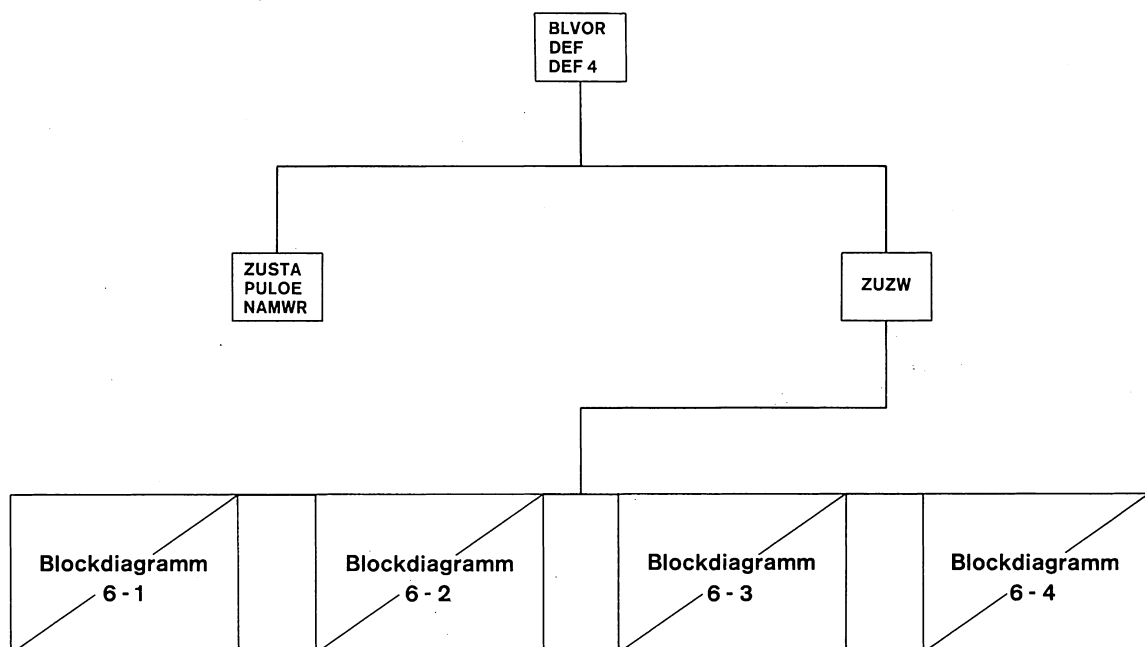
Blockdiagramm 4-4



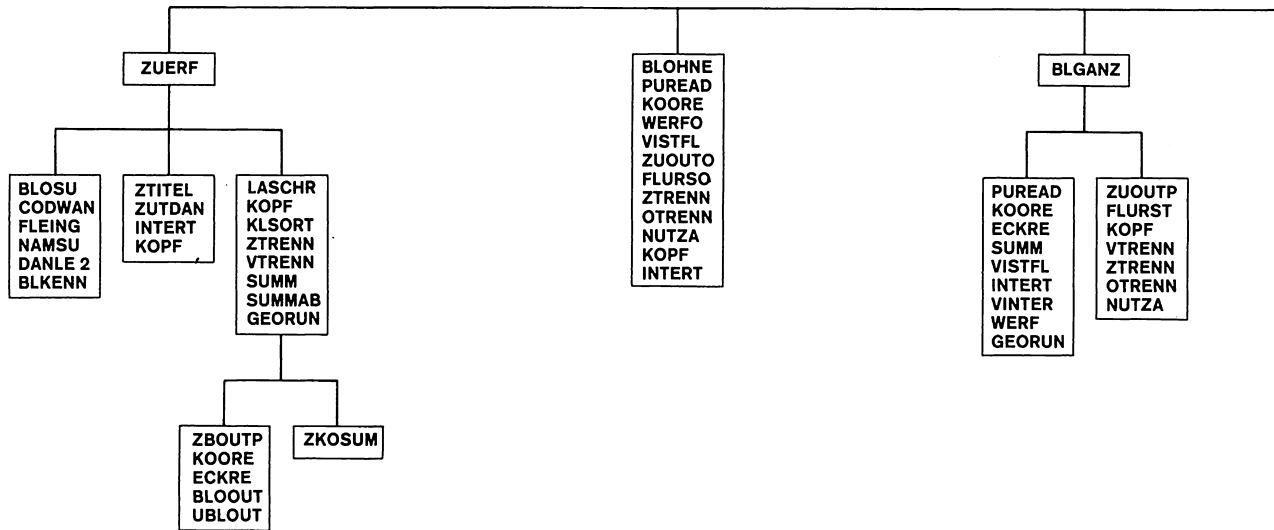
Blockdiagramm 5: VERMP1



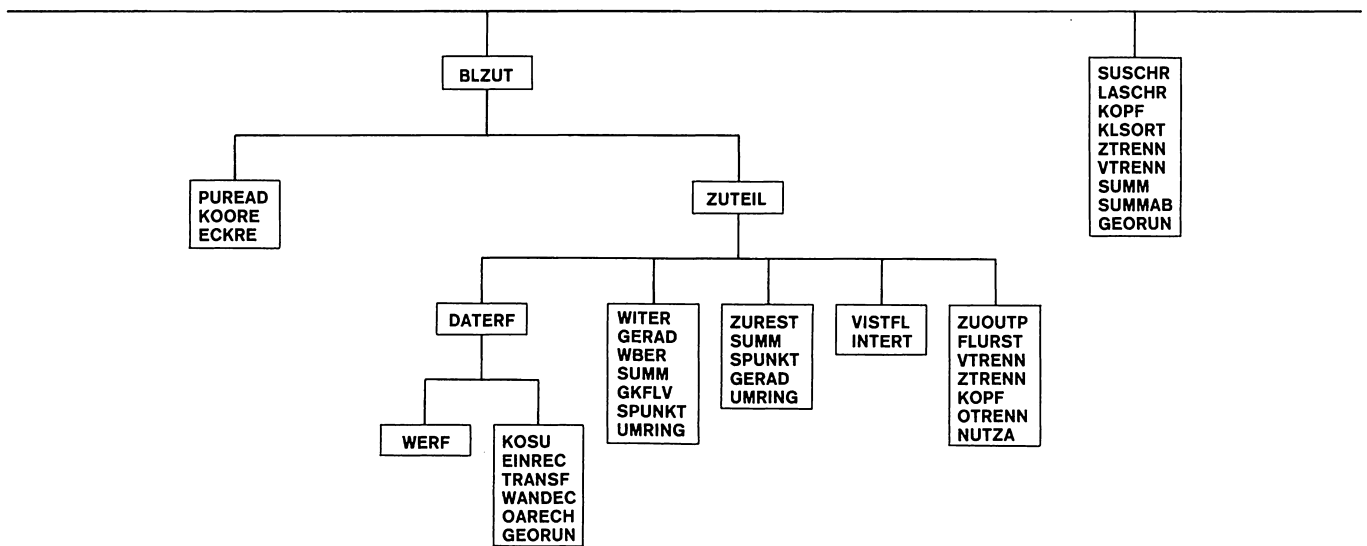
Blockdiagramm 6: BLOZUT



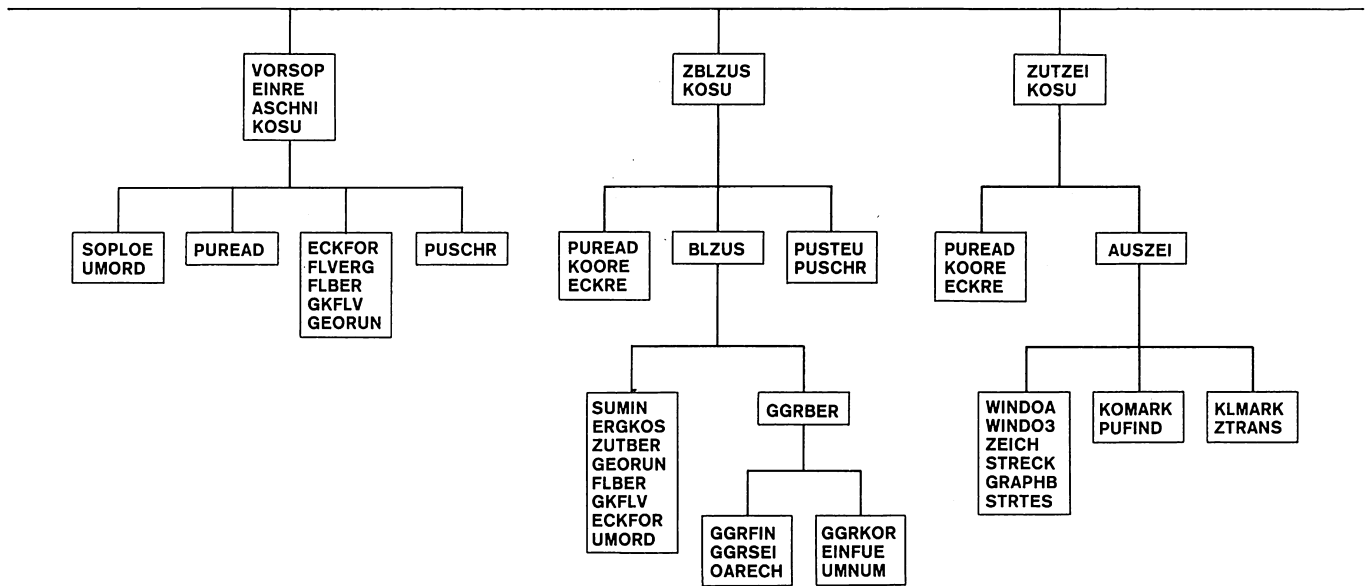
Blockdiagramm 6-1



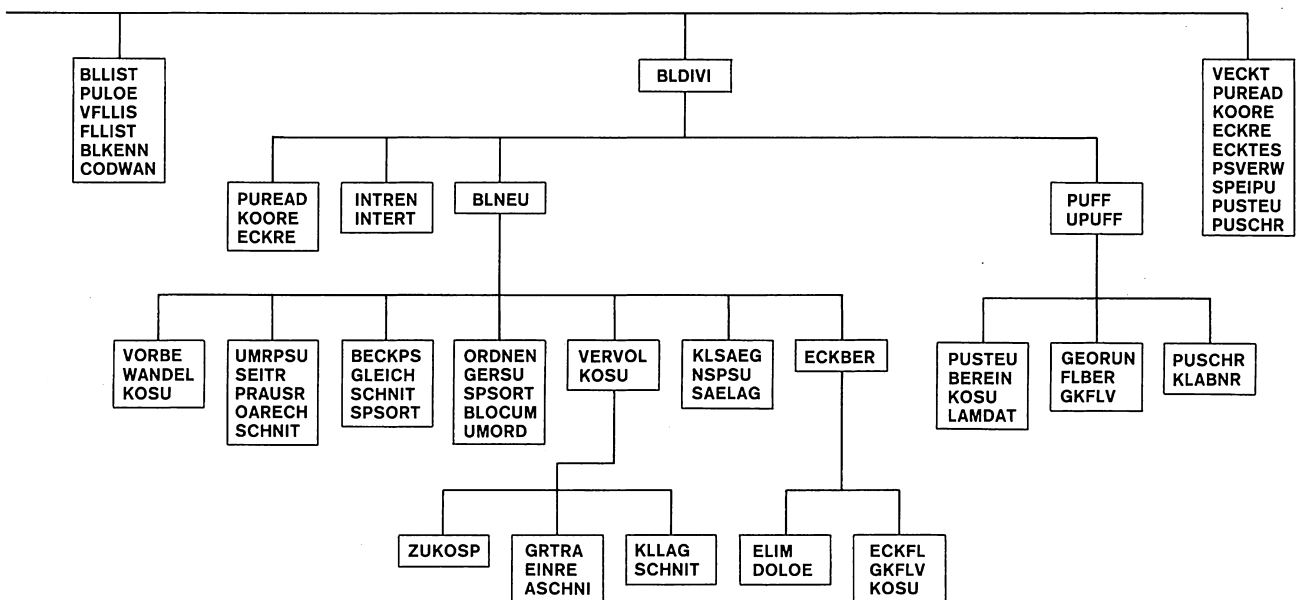
Blockdiagramm 6-2



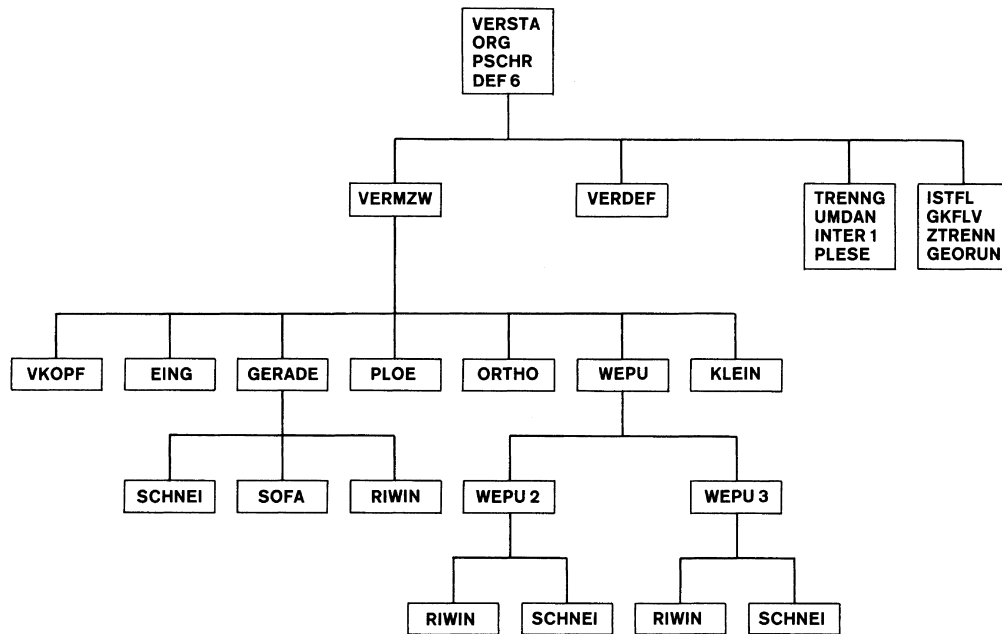
Blockdiagramm 6-3



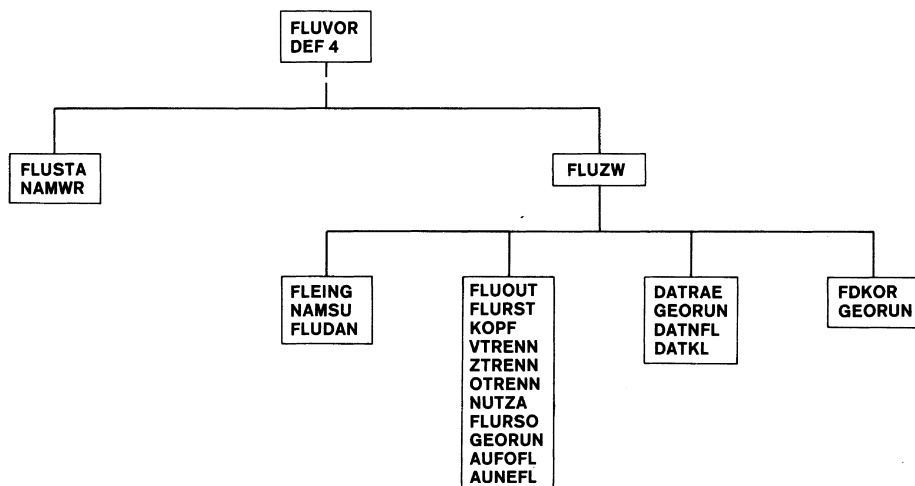
Blockdiagramm 6-4



Blockdiagramm 7: VERMP2



Blockdiagramm 8: FLUVER



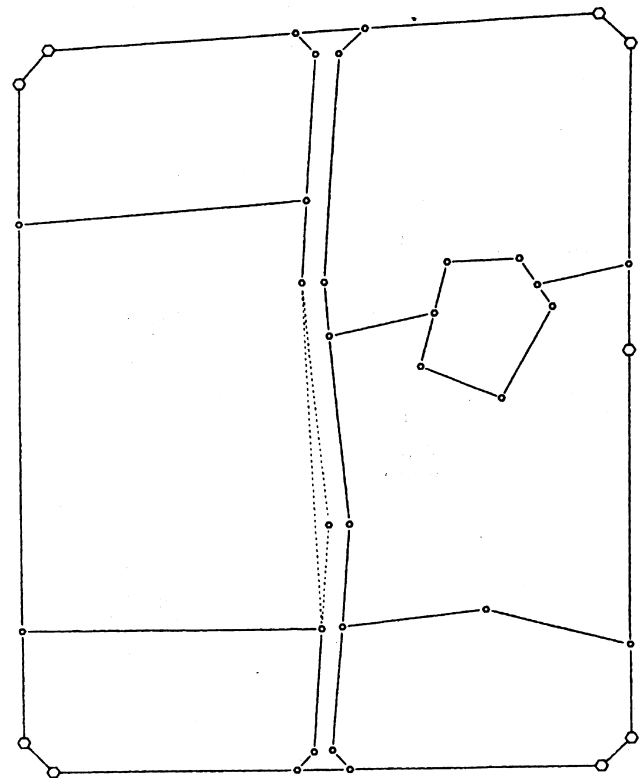
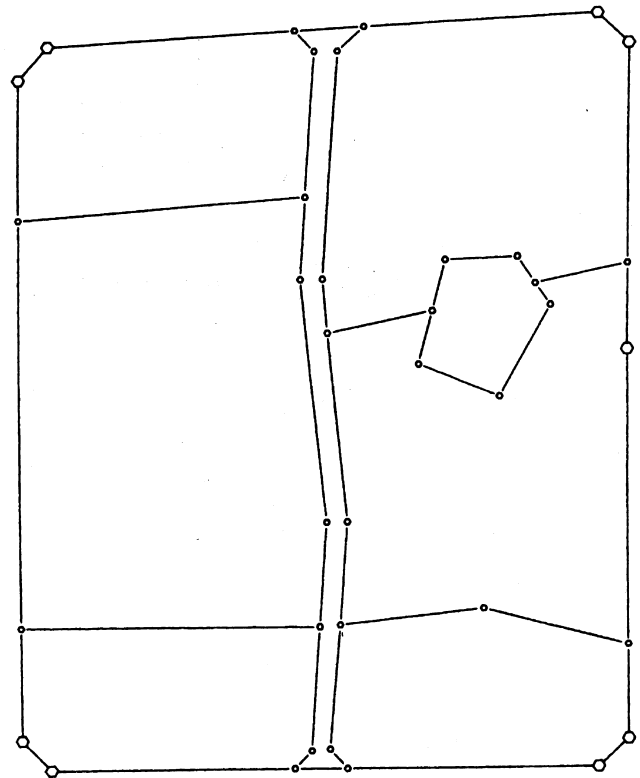
Anlage 2

```

.
.
.
25005 51476361 64982549 0
25006 51476178 64982008 0
25007 51492137 64949462 0
25008 51492537 64949326 0
25009 51492757 64948878 0
25010 51492621 64948175 0
25011 51514593 64903669 0
.
.
.
B00010010 25297 000
B00010020 25290 000
B00010030 25217 000
B00010040 25291 000
B00010050 25297 000
B0001*GSP0000000 GSP0
B00020010 25297 000
B00020020 25291 000
B00020030 25367 000
B00020040 25366 000
B00020050 25492 000
B00020060 25297 000
B0002*GSP0000000 GSP0
B00030010 25301 000
B00030020 25492 000
B00030030 25366 000
B00030040 25357 000
B00030050 25301 000
B0003*GSP0000000 GSP0
B00040010 25301 000
B00040020 25357 000
B00040030 25356 000
B00040040 25355 000
B00040050 25354 000
B00040060 25352 000
B00040070 25308 000
B00040080 25306 000
B00040090 25304 000
B00040100 25302 000
B00040110 25301 000
B0004*GSP0000000 GSP0
B00050010 25491 000
B00050020 25308 000
B00050030 25352 000
B00050040 25343 000
B00050050 25491 000
B0005*GSP0000000 GSP0
.
.
.

```

Anlage 3



Anlage 5

Blockverzeichnis

Seite 1

Flur

Sz. Gemarkung

Sz. Gemeinde

Aktenzeichen Flurbereinigung

11 72 1 RATH			2 NOERVENICH			1 RATH			10			Seite 1													
ONr.	Blockl Nr.	Fläche		Wertzahl WZ ²⁾	Sz. Wm. ³⁾ Nutz. ³⁾	Fläche		KlaB ⁴⁾ WZ ⁵⁾		Fläche		KlaB ⁴⁾ WZ ⁵⁾		Fläche		KlaB ⁴⁾ WZ ⁵⁾		Fläche		KlaB ⁴⁾ WZ ⁵⁾		Fläche		KlaB ⁴⁾ WZ ⁵⁾	
		ha	a			m ²	a	m ²	a	m ²	a	m ²	a	m ²	a	m ²	a	m ²	a	m ²	a	m ²	a	m ²	a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
	4			LAMELLENBREITE: 10 METER																					
	10	9	67	390	32	9 27	310	40																	
					42	3 89	1	0																	
	20	19	58	793	32	18 86	310	72																	
					42	7 92	1	1																	
	30	29	50	1194	31	2 83	32	23 18	33	2 44	310	1 05													
					44	1 25	42	9 73	39	95	1	1													
	40	39	42	1593	31	7 81	32	23 18	33	7 05	310	1 38													
					44	3 44	42	9 73	39	2 75	1	1													
	50	49	35	1993	31	12 81	32	23 18	33	11 64	310	1 72													
					44	5 64	42	9 73	39	4 54	1	2													
	60	59	28	2392	31	17 71	32	23 18	33	16 33	310	2 07													
					44	7 79	42	9 73	39	6 37	1	2													
	70	69	23	2784	31	22 50	32	23 18	33	20 29	35	84	310	2 42											
					44	9 90	42	9 73	39	7 91	32	27	1	2											
	80	79	17	3166	31	27 20	32	23 18	33	22 42	34	98	35	2 62	310	2 78									
					44	11 97	42	9 73	39	8 74	36	35	32	84	1	3									
	90	89	13	3547	31	31 85	32	23 18	33	22 76	34	4 89	35	3 30	310	3 16									
					44	14 01	42	9 73	39	8 88	36	1 76	32	1 06	1	3									
	100	99	09	3924	31	33 56	32	26 18	33	22 76	34	9 77	35	3 30	310	3 53									
					44	14 77	42	10 99	39	8 88	36	3 52	32	1 06	1	4									
	110	1 09	06	4299	31	33 56	32	30 94	33	22 76	34	14 60	35	3 30	310	3 91									
					44	14 77	42	13 00	39	8 88	36	5 26	32	1 06	1	4									
	120	1 18	97	4671	31	33 56	32	35 70	33	22 76	34	19 38	35	3 30	310	4 28									
					44	14 77	42	14 99	39	8 88	36	6 98	32	1 06	1	4									
	SA.	1 22	50	4794	31	33 56	32	36 77	33	22 76	34	21 55	35	3 30	310	4 57									
					44	14 77	42	15 44	39	8 88	36	7 76	32	1 06	1	5									

1) Sz. Wm. = Schlüsselzahl Wertmerkmal
2) Sz. Nutz. = Schlüsselzahl der Nutzungsart (s. FlurbAnw NW 5-1.2.3)
3) Sz. Wm. = Schlüsselzahl Wertmerkmal
4) WZ = Wertzahl (Wertzahl je Ar)
5) WZ = Wertzahl (Wertzahl je Ar)

1) Bei gleichmäßig breiten Blockteilen geben die Ziffern in Spalte 2 die Anzahl der summierten Lamellen an.
z. B. - 17 = Summe Lamelle 1 bis einschließlich 17.

FlurbAnw NW 12-21

Flächenberechnung

Gemarkung: 1 ABSTECKMASZE - NEUE FLURSTUECKE 28-JAN-83 Aktenzeichen: 11721

Flur	Block Nr.	Lfd. Nr.	Punktnummer	Strecke	Koordinaten	
					Rechts	Hoch
					Fläche	
1	2	3	4	5	ha	a m ²
10	4					
FLST.NR.	1					
		NP	26348		503590.29	645322.64
		NP	26347	6.98	503584.40	645326.39
			26500	13.90	503580.82	645339.82
			26501	99.14	503676.76	645364.80
			26351	14.38	503680.38	645350.88
			26352	6.76	503676.78	645345.16
			26348	89.37	503590.29	645322.64
				F IST		18 60
				F SOLL		18 60
				DF		0.04

[illegible]

Anlage 9

```

.
.
.
7118230649120201005000100018600000753AN DER GASSE 003 ...
7118230512030201005000200041690001679AN DER GASSE 003 ...
711823051203020100500020001001 * ...
7118230450010201005000300029330001134AN DER GASSE 003 ...
7118230448020201005000400032880001228AN DER GASSE 003 ...
7118230454010201005000500135910005302AN DER VELLGRACHT 003 ...
7118230124020201005000600157540006077AN DER VELLGRACHT 003 ...

```

```

.
.
.
71182302010050001 S03020017910310000069
71182302010050002 S0301001820030200052603030016820310000141
71182302010050003 S03010013880303000594030400051303050003300310000107
71182302010050004 S0301000147030200136003040016410310000139
71182302010050005 S03020068260304006764
71182302010050006 S03020067620304008993

```

Lebenslauf

Am 15. Juni 1953 wurde ich als ältestes von vier Kindern des öffentlich bestellten Vermessungsingenieurs Dipl. - Ing. Hans-Heinz Riemer und seiner Ehefrau Gerti, geb. Heitzer, in Setterich geboren.

Von 1959 bis 1963 besuchte ich die Volksschule in Alsdorf - Mitte und wechselte dann zum Staatlichen Neusprachlichen Gymnasium Alsdorf. Dort legte ich am 24. Mai 1971 die Reifeprüfung ab.

Nach einem fünfmonatigen Praktikum im Vermessungsbüro meines Vaters nahm ich zum Wintersemester 1971/72 das Studium der Geodäsie an der Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Universität Bonn auf. Am 1. Oktober 1973 bestand ich das Vordiplom, am 7. April 1976 die Diplom - Hauptprüfung in der Fachrichtung Vermessungswesen.

Seit dem 1. Juli 1976 bin ich als Verwalter der Stelle eines Wissenschaftlichen Assistenten bzw. als Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn tätig.

Ich bin mit Doris Keller - Riemer verheiratet.

Hefte der Schriftenreihe der ArgeFlurb*

Heft 1:

Der Plan über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen in der Flurbereinigung.

Heft 2:

ADV-Projekt Interaktive graphische Bearbeitung des Flurbereinigungsplans.

Heft 3:

Neue Anwendungen der Photogrammetrie in der Flurbereinigung.

Heft 4:

Dorferneuerung.

Heft 5:

Flurbereinigung – Naturschutz und Landschaftspflege.

Heft 6:

Flurbereinigungsgesetz – Land Consolidation Act.

Heft 7:

Drei Jahre ArgeFlurb – Eine Bilanz.

Heft 8:

Planungsdaten zur Ländlichen Neuordnung.

Heft 9:

Wertermittlung in der Flurbereinigung.

Heft 10:

Effizienz der Flurbereinigung – Optimierungsberechnungen.

Heft 11:

Automationsgestützte Wert- und Zuteilungsberechnung in der Flurbereinigung.

Heft 12:

Flurbereinigung und Wild.

* Die Hefte 1, 4, 5, 9, 10 und 12 stimmen mit den gleichlautenden Veröffentlichungen der Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe B: Flurbereinigung überein.