

# Wieviel GIS steckt im NÖROG ?

## GIS-unterstützte Beurteilung digitaler örtlicher Raumordnungsprogramme in Niederösterreich

*Nik WIDMANN & Leopold RIEDL*

(Dipl.Ing. Nikolaus WIDMANN, Raumplaner; Dipl.Ing. Leopold RIEDL, Institut für Stadt- und Regionalforschung, TU Wien, Karlsg. 13;  
e-mail: leop@s11esrgw1.tuwien.ac.at)

### 1. MOTIVATION UND VORGANGSWEISE

Computergestützte Raumplanung gewinnt in Niederösterreich zumindest im Bereich der örtlichen Raumplanung zusehends an Bedeutung: digital erstellte örtliche Raumordnungsprogramme (ROP), denen die amtliche digitale Katastralmappe zugrundeliegt, werden seitens der Landesregierung mit beachtlichen Summen gefördert. Dieser Schritt - so zukunftsweisend er auch ist - stellt jedoch nicht nur die Gemeinden und ihre Ortsplaner, sondern auch das Land selbst vor gewisse Probleme.

Die Frage, was denn nun genau unter einem digitalen örtlichen ROP zu verstehen sei, bleibt vorerst genauso unbeantwortet, wie die Frage nach möglichen zukünftigen Anwendungsgebieten für diesen doch äußerst wertvollen und stetig wachsenden Datenbestand. Diese beiden Kernfragen stellen den Ansatzpunkt der nun folgenden Ausführungen dar.

Die Vorgangsweise zur Beantwortung der beiden Fragen ist folgende: Zuerst wird eine fiktive, wenn möglich den kompletten Datenbestand in Anspruch nehmende Anwendung für die Landesregierung gefunden sowie möglichst konkret definiert. Aus dieser Anwendung heraus ergeben sich ebenso konkret definierbare Anforderungen an den Datenbestand. Somit ist es möglich, anhand eines nach diesen Anforderungen strukturierten Datenbestandes die mittlerweile in die Realität umgesetzte Anwendung zu testen und - wenn notwendig - gewisse Komponenten dieses Gesamtsystems besser aufeinander abzustimmen.

Auf der Suche nach einer entsprechenden Anwendung für die Landesregierung in Bezug auf digitale örtliche ROP stößt man recht schnell auf die im Zuge des Erstellungsverfahrens gesetzlich vorgeschriebene Begutachtung des ROP durch die Landesregierung. Diese Begutachtung, deren gesetzliche Grundlage die einschlägigen Bestimmungen des Niederösterreichischen Raumordnungsgesetzes (NÖROG) sind, unter Umständen zumindest teilweise automatisiert - durch GIS-Funktionalität unterstützt - vorzunehmen, führt zu der Frage:

### 2. WIEVIEL GIS STECKT IM NÖROG ?

Um also die Möglichkeiten hinsichtlich einer Automatisierung des Begutachtungsverfahrens ausfindig zu machen, ist es notwendig, all jene im NÖROG genannten respektive zitierten Bestimmungen zu analysieren, gegen die zu verstoßen eine Versagung des örtlichen ROP zufolge hätte. Diese Analyse artet nicht selten zur interdisziplinären Gratwanderung aus, deren Ziel es ist, den Formalismus des Juristen (Gesetzestext) - nach raumplanerischen Gesichtspunkten interpretiert - in den Formalismus des Geoinformatikers (Datenfluß- und Steuergraph) überzuführen, ohne dabei natürlich die praktische Durchführbarkeit aus den Augen zu verlieren.

So wurde auch zur Darstellung der Ergebnisse dieser Analyse des NÖROG eine all diesen Disziplinen verständliche, vorwiegend graphische Ausdrucksform gewählt. Diese als Ablaufschemata bezeichneten Grafiken stellen eine Kombination aus Datenfluß- und Steuergraph dar, aus denen die einzusetzenden Datenschichten sowie die zur Anwendung gelangenden Operationen hervorgehen.

Die nun folgenden Beispiele aus dieser Analyse des NÖROG, die ihrerseits durchaus als charakteristisch zu werten sind, geben einen kurzen Einblick in die Vielfalt der Möglichkeiten in Hinblick auf eine automationsgestützte Begutachtung digitaler örtlicher ROP. Eine erschöpfende Behandlung der Thematik findet sich in [WIDMANN 1996].

## 2.1. Beispiel 1:

Das erste Beispiel zeigt, daß es im NÖROG Bestimmungen gibt, deren Einhaltung zu überprüfen voll automatisiert, ohne jegliches Zutun eines Sachbearbeiters möglich ist. Unter der Voraussetzung, daß die Eingangsdaten vollständig und korrekt sind, entscheidet eine quasi Black-Box über die Gesetzeskonformität der diesbezüglichen Festlegungen in einem örtlichen ROP. Das Beispiel bezieht sich auf eine Bestimmung des §16a NÖROG - „Maßnahmen zur Baulandmobilisierung“:

ad §21 Abs.6 Z.4 NÖROG

Der Gemeinderat kann durch Verordnung jene Ortsbereiche festlegen, für die kein öffentliches Interesse an der raschen Bebauung besteht. Für diese(n) Ortsbereich(e) ist die Neuwidmung von Wohnbauland während der Geltungsdauer dieser Verordnung unzulässig. [...]

§16a Abs.5 NÖROG

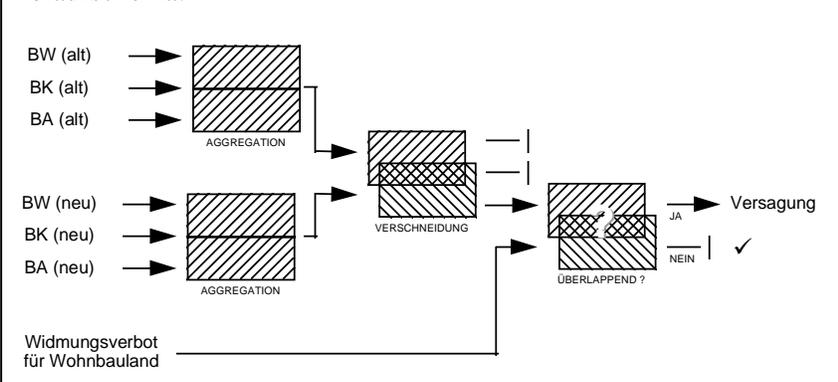
*Hierbei handelt es sich um eine Verordnung, die - unabhängig vom örtlichen ROP - vom Gemeinderat erlassen werden kann. Im Zuge der Überprüfung des örtlichen ROP ist demnach nicht das gesetzeskonforme Zustandekommen dieser Verordnung, sondern ihre entsprechende Berücksichtigung im örtlichen ROP selbst zu überprüfen. Die Abgrenzung dieser Flächen hat im Zuge der Grundlagenforschung zum örtlichen ROP zu erfolgen.*



Die von Verordnungen bezüglich des Verbots der Widmung von Wohnbauland betroffenen Flächen

sind auf ihre Lagebeziehung zu den als 'Bauland: Wohngebiet', 'Bauland: Kerngebiet' sowie 'Bauland: Agrargebiet' gewidmeten und für diese Überprüfung aggregierten Flächen zu analysieren. Sollten im Zuge dieser Überprüfung etwaige Überlappungen ersichtlich werden, so entspricht das örtliche ROP nicht den gesetzlichen Anforderungen.

Ablaufschema:



Flächenwidmung: Bauland - Wohngebiet, Kerngebiet & Agrargebiet

Daten: Grundlagenforschung: Widmungsv

## 2.2. Beispiel 2:

Das zweite Beispiel repräsentiert jene Bestimmungen des NÖROG, deren Einhaltung - ähnlich dem ersten Beispiel - automatisationsgestützt überprüft werden kann, wobei jedoch dem Sachverständigen der Landesregierung eine entscheidende Rolle zukommt. Seine Aufgabe ist es, aufgrund seiner fachlichen Qualifikation sowie seiner besonderen Kenntnis um die örtlichen Gegebenheiten entweder die Auswahl der zur Anwendung gelangenden Eingangsdaten zu beeinflussen und/oder das Ergebnis entsprechend zu beurteilen. In diesem konkreten Beispiel, welches sich auf eine Bestimmung des §15 NÖROG - „Widmungsarten und Kenntlichmachungen“ bezieht, handelt es sich um zweiteres, also die Beurteilung des Ergebnisses:

ad §21 Abs.6 Z.4 NÖROG

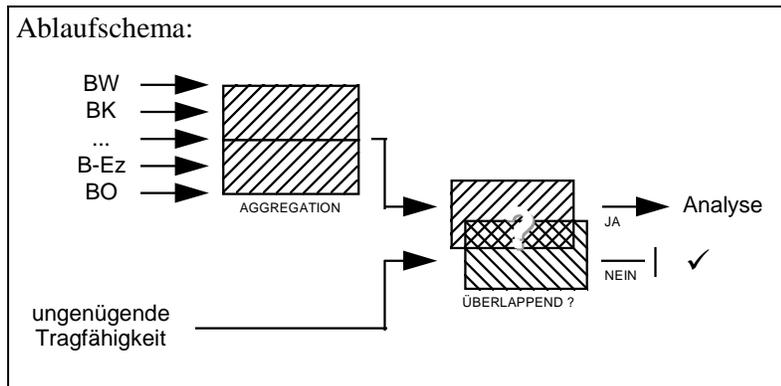
Flächen, die aufgrund der Gegebenheiten ihres Standortes zur Bebauung ungeeignet sind, dürfen nicht als Bauland gewidmet werden, insbesondere Flächen, die eine ungenügende Tragfähigkeit des Untergrundes aufweisen. Ausgenommen [...] sind Flächen für Bauwerke, die aufgrund ihrer Funktion an bestimmten Standorten ungeachtet der [...] angeführten Mängel errichtet werden müssen sowie Flächen innerhalb eines geschlossenen Ortsgebietes.

§15 Abs.3 Z.2 und Abs.4 NÖROG

Jene Flächen, die eine ungenügende Tragfähigkeit des Untergrundes aufweisen, sind Ergebnis der Grundlagenforschung zum örtlichen ROP.



Die aggregierten Flächen der Widmungskategorie 'Bauland' sind auf ihre Lagebeziehung zu jenen



Flächen zu überprüfen, für die eine 'ungenügende Tragfähigkeit des Untergrundes' ausgewiesen wurde. Sollte sich herausstellen, daß es diesbezügliche Überlappungen gibt, so sind die für die Festlegung dieser Widmungskategorie ausschlaggebenden Begründungen vom zuständigen Sachverständigen der Landesregierung im Hinblick auf die gesetzlich vorgesehenen Ausnahmebestimmungen zu prüfen und in weiterer Folge zu beurteilen.

Daten: Grundlagenforschung: Flächen mit ungenügender Tragfähigkeit des Untergrundes  
 Flächenwidmung: Bauland - [...]

### 2.3. Beispiel 3:

Das dritte Beispiel steht für jene Bestimmungen des NÖROG, die ihrem Charakter nach eher als Absichtserklärungen oder Richtlinien zu werten sind. Genauso sind auch die Vorschläge zur Überprüfung des örtlichen ROP in Hinblick auf diese gesetzlichen Bestimmungen eher als Leitlinien zu werten. Ist eine solche, durch GIS-Funktionalität unterstützte Überprüfung überhaupt möglich, so kann diese nur in permanenter Interaktion des Sachverständigen mit dem GIS stattfinden, wobei die tatsächlich durchzuführenden Einzelschritte der Überprüfung vom Sachverständigen selbst - vor allem unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten - festgelegt werden. Das nun folgende Beispiel bezieht sich auf eine Bestimmung des §14 NÖROG - „Flächenwidmungsplan“:

ad §21 Abs.6 Z.4 NÖROG

Bei der Erstellung von Flächenwidmungsplänen ist unter Berücksichtigung der überörtlichen Planungen auf folgende Planungsrichtlinie(n) Bedacht zu nehmen:

[...] Sie [gemeint sind Einkaufszentren, Anm.] müssen durch öffentlichen Verkehr aus dem überwiegenden Teil ihres Einzugsbereiches günstig erreichbar und aufgrund ihres Standortes auch zur Deckung der Nahversorgung geeignet sein.

§14 Abs.2 Z.15 NÖROG

Aus dieser gesetzlichen Bestimmung ergeben sich viele offene Fragen:

- Wie definiert sich der Einzugsbereich eines geplanten Einkaufszentrums ?
- Was ist unter dem überwiegenden Teil dieses Einzugsbereiches zu verstehen ? Handelt es sich hierbei um 51%, 67% oder 99% der Einwohner, Haushalte, Grundstücke oder Baublöcke innerhalb dieses Bereiches ?
- Wann ist ein Haushalt, Baublock (oder welche Bezugseinheit auch immer) als durch öffentlichen Verkehr erschlossen zu werten ?
- Ist dies beispielsweise dann der Fall, wenn er in einem Abstand von maximal 500m, 40 Geh-Minuten oder 15 Auto-Minuten zur nächsten Haltestelle eines das Einkaufszentrum viertelstündlich, stündlich oder täglich anfahrenden öffentlichen Verkehrsmittels gelegen ist ?
- Was ist unter einer günstigen Erreichbarkeit zu verstehen ?
- Handelt es sich hierbei um eine finanziell, zeitlich oder anderwertig günstige Erreichbarkeit ?
- Wie definiert sich der Nahversorgung-Einzugsbereich eines Einkaufszentrums ?

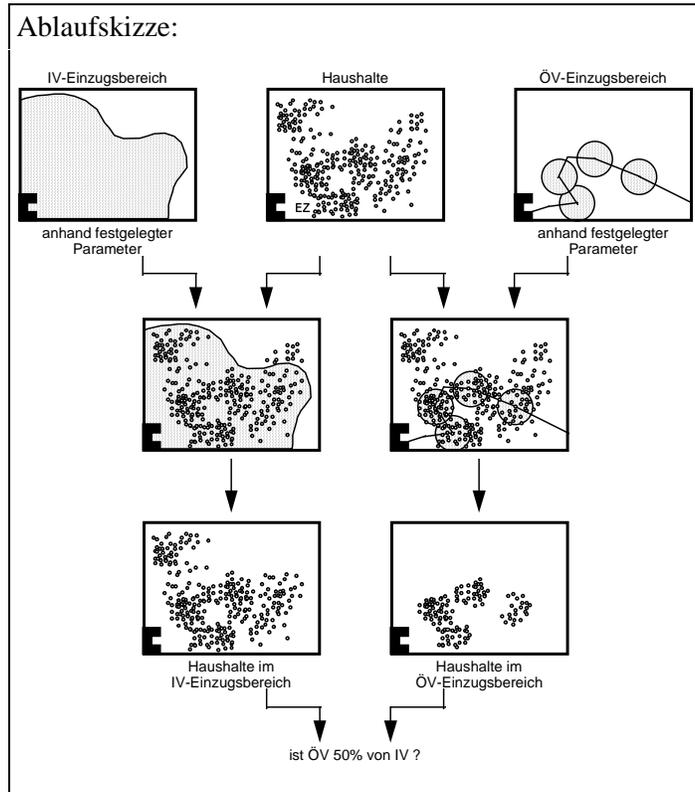
- Wieviele Einwohner, Haushalte oder Baublöcke müssen innerhalb dieses Nahversorgungs-Einzugsbereiches liegen, damit der Standort als geeignet bezeichnet werden kann ?

*Daß es sich bei dieser Formulierung wahrlich nicht um eine konkret zu handhabende gesetzliche Bestimmung handelt, braucht wohl nicht eigens erwähnt zu werden. Nur um die Möglichkeiten der diesbezüglichen automationsunterstützten Überprüfung von örtlichen ROP zumindest ansatzweise aufzeigen zu können, werden folgende Festlegungen getroffen:*

*Der Einzugsbereich eines Einkaufszentrums ist vom Planer abzugrenzen. Das Einkaufszentrum muß von mehr als der Hälfte der im Einzugsbereich befindlichen Haushalte innerhalb eines Zeitraumes von maximal 45 Minuten (von Tür zu Tür, inklusive mittlerer Wartezeiten etc.) mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen sein.*



Auf Basis des ÖV-Graphen aus der Grundlagenforschung ist unter Berücksichtigung aller diesbezüglicher Vorgaben jener Einzugsbereich zu definieren, innerhalb dem man das Einkaufszentrum unter den zuvor definierten Bedingungen erreichen kann. Überlagert man die Haushalte mit diesem Einzugsbereich (diesen Einzugsbereichen) so erhält man die Zahl der durch öffentlichen Verkehr erschlossenen Haushalte. Auf dieselbe Weise erfolgt die Ermittlung der Anzahl der in dem vom Planer definierten Einzugsbereich befindlichen Haushalte. Ein Vergleich dieser beiden Werte gibt Aufschluß darüber, ob die Planungsrichtlinie hinsichtlich einer mehrheitlichen Erschließung durch öffentliche Verkehrsmittel erfüllt ist.



Daten: Grundlagenforschung: Einzugsbereiche von Einkaufszentren

Grundlagenforschung: ÖV-Graph

Grundlagenforschung: Haushalte

Nachdem auf die anhand dieser drei Beispiele beschriebenen Weise alle relevanten Bestimmungen des NÖROG analysiert wurden, kann man sich der Beantwortung der Frage, wieviel GIS denn nun tatsächlich im NÖROG stecke, zuwenden:

### 3. SOVIEL GIS STECKT IM NÖROG !

Bei der abschließenden Analyse dieser (vorerst noch fiktiven) Anwendung - der GIS-unterstützten Beurteilung digitaler örtlicher ROP - wurden die einzelnen Überprüfungsschritte dahingehend unterschieden, ob sie:

- voll automatisch, mittels einfacher Datenbankabfragen bzw. GIS-Operationen,
- durch den Sachverständigen in Interaktion mit dem GIS oder
- ausschließlich durch den Sachverständigen in analoger Form

zu bewerkstelligen sind.

Zur Interpretation des Ergebnisses ist jedoch anzumerken, daß die mögliche unterschiedliche Bedeutung einzelner Überprüfungsschritte in diese Analyse nicht einfließt. Trotzdem gibt das Ergebnis einen - wenn auch nicht zu 100% exakten - Überblick über die Möglichkeiten, die sich in Zusammenhang mit einer automationsgestützten Überprüfung digitaler örtlicher ROP seitens der Landesregierung ergeben.

Demnach ist ungefähr ein Drittel der Begutachtung eines digitalen örtlichen ROP (35%) ohne jegliches Zutun eines Sachverständigen vollautomatisch durchführbar, wobei es sich bei etwas mehr als der Hälfte dieser einzelnen Schritte um reine Datenbankabfragen (19%) sowie bei den übrigen Schritten (16%) um voll automatisierte, sich vor allem durch GIS-Funktionalität auszeichnende Überprüfungen handelt.

Den überwiegenden Teil der Begutachtung (40%) machen jene Überprüfungsschritte aus, die - ebenfalls durch GIS-Funktionalität unterstützt - in Interaktion mit dem Raumplanungs-Sachverständigen ablaufen. Die diesen Schritten zugrundeliegenden, nicht zur Gänze formalisierbaren gesetzlichen Bestimmungen machen ein Eingreifen des Sachverständigen in zweierlei Hinsicht notwendig. Zum einen gilt es Festlegungen zu treffen, die zu treffen im Gesetz versäumt wurde. Zum anderen hat der Sachbearbeiter aufgrund seiner besonderen Kenntnis um die örtlichen Gegebenheiten bei hierauf Rücksicht nehmenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechende Entscheidungen zu fällen.

Ein Viertel einer solchen Begutachtung (25%) obliegt jedoch - wie auch bisher - zur Gänze dem hierfür verantwortlichen Sachverständigen der Landesregierung. Dies soll nicht bedeuten, daß für all diese Bestimmungen die Unterstützung der Überprüfung des örtlichen ROP durch GIS-Funktionalität nicht möglich wäre, doch ist es - zumindest für einen Teil der Bestimmungen - nicht möglich, konkrete und allgemein gültige Aussagen über eine diesbezügliche Vorgangsweise zu formulieren.

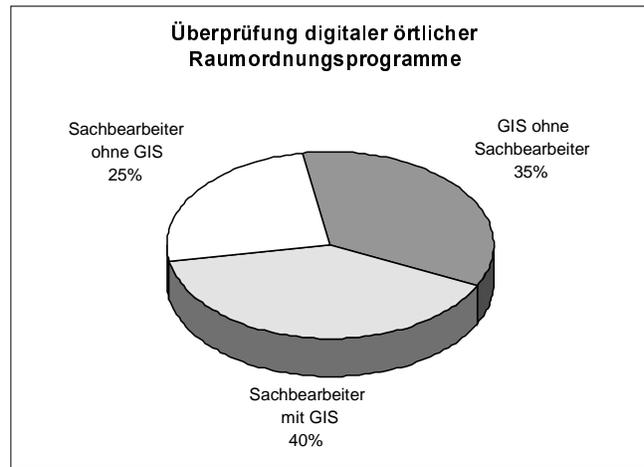
Es ist somit als erwiesen zu werten, daß rund drei Viertel der Begutachtung eines digitalen örtlichen ROP zumindest teilweise automatisiert, vorwiegend durch GIS-Funktionalität unterstützt ablaufen könnte. Grund genug, sich mit den aus dieser Analyse resultierenden Anforderungen an Daten und Software kurz auseinanderzusetzen:

#### 4. BETRIFFT: DATEN

Wie auch aus den zuvor beschriebenen Beispielen ersichtlich ist, liegt das Hauptaugenmerk in Bezug auf die Daten eines digitalen örtlichen ROP mehr bei der Grundlagenforschung als bei der Flächenwidmung selbst (nicht zu verwechseln mit dem Flächenwidmungsplan im analogen Sinne, der eine Mischung aus diesen beiden Themenbereichen darstellt). An dieser Stelle die einzelnen Datenschichten taxativ aufzulisten, wäre zwar möglich, doch ob der Vielfalt der unterschiedlichen Parameter nicht besonders sinnvoll. Es ist jedoch unerlässlich zu erwähnen, daß der Datenbestand vor allem im Bereich der Grundlagenforschung eine derartige Komplexität annimmt, daß die Frage aufzuwerfen ist, ob der im Zuge der Sammlung bzw. Erstellung dieser Daten anfallende Aufwand auch nur annähernd in vertretbarer Relation zum zu erwartenden Nutzen steht.

Diese Situation macht es daher notwendig, sich mit der möglichen Mehrfachnutzung dieser Daten etwas näher auseinanderzusetzen. Vom Standpunkt des digitalen örtlichen ROP ergeben sich hinsichtlich dieser Problematik zwei unterschiedliche Stoßrichtungen: einerseits der Bezug zum Kommunalen Informationssystem (KIS), andererseits der Bezug zum Landes-Informationssystem (LIS) (vgl. auch [KALASEK 1996]).

Nachdem die Inhalte der Grundlagenforschung starke Parallelen zu den üblicherweise in einem KIS verwalteten Daten aufweisen, ist es naheliegend, die Erstellung eines digitalen örtlichen ROP mit dem Aufbau eines KIS zu verbinden. So ist es möglich, die auf diese Weise erhaltenen Datenschichten im KIS weiterzu-



verarbeiten. Auch die Übernahme der Flächenwidmung aus dem digitalen örtlichen ROP in das KIS ist vor allem im Hinblick auf sogenannte Bauamtslösungen von zentraler Bedeutung. Doch die Daten in einem KIS zu verwalten impliziert die Notwendigkeit, diese Daten laufend zu aktualisieren. Denn nur ein flächendeckender, evident gehaltener und somit qualitativ homogener Datensatz kann die Anforderungen, die seitens der Kommunalverwaltung bestehen, auch langfristig erfüllen.

Ähnlich zum KIS bestehen auch Wechselwirkungen zwischen dem digitalen örtlichen ROP und dem LIS. Nicht nur, daß für die Erstellung des örtlichen ROP Daten, die im LIS gehalten werden, notwendig sind. Oft werden auch für überörtliche Planungen Daten aus den örtlichen ROP benötigt. Verglichen mit dem KIS ist es im LIS bereits um einiges schwieriger, einen flächendeckend aktuellen und qualitativ homogenen Datenbestand aufzubauen. Nicht zuletzt aus diesem Grund wird es notwendig, den Datenfluß zwischen KIS und LIS ehebaldigst zu normieren. Diesbezügliche Bestrebungen seitens der Landesregierung stehen jedenfalls knapp vor der Fertigstellung (siehe [AUFHAUSER-PINZ 1996]).

Wie bei jedem GIS stellen auch im Zusammenhang mit dem digitalen örtlichen ROP die Daten die wertvollste, weil langlebigste aber auch teuerste Komponente des GIS dar. Vor allem aus diesem Grund ist es notwendig, alle nur erdenklichen Möglichkeiten einer Mehrfachnutzung dieser Daten anzustreben. Denn nur so kann die Frage nach der Wirtschaftlichkeit solcher Projekte positiv beantwortet werden.

## 5. WEITERE SCHRITTE IN RICHTUNG SOFTWARE

Bis hier wurden eigentlich nur theoretische Betrachtungen durchgeführt. Diese Überlegungen müssen in der Folge durch tatsächliche Daten, Schnittstellen und Programme konkretisiert werden. Ziel ist die Entwicklung eines Softwaresystemes zur GIS-gestützten Überprüfung von örtlichen ROPen auf Gesetzeskonformität auf Basis des NÖROG.

Dazu sind zumindest folgende Schritte notwendig:

1. Definition der Datengrundlagen
1. Definition eines Modellierungswerkzeuges
1. Entwicklung eines Prototyps
1. Neuformulierung der bestehenden Ablaufdiagramme (Datenflußgraphen) gemäß der Vorgaben aus den vorigen Schritten 1.) bis 3.), sowie Test an konkreten Datensätzen und kritische Reflexion der Ergebnisse

Alle diese Schritte sind natürlich nur denkbar im Dialog mit den potentiellen Anwendern und anderen Planungsbeteiligten (i.e. Behörde, Planende, Juristen/innen, ...).

### 5.1. Definition der Datengrundlagen

Was es - wie bereits erwähnt - zu definieren gilt, sind formale Festlegungen über einzelne Datenstrukturen sowie deren konkrete (i.e. direkt in Programme umsetzbare) Schnittstellen. Hier sind z. Z. Richtlinien der Behörde in Ausarbeitung (siehe [AUFHAUSER-PINZ 1996]), welche hoffentlich bald veröffentlicht werden und dann auf ihre praktische Tauglichkeit hin getestet werden können.

Dieser Schritt ist schon deshalb so wichtig, weil es natürlich nicht alleine genügt, die digitale Erstellung eines örtlichen ROP einerseits von vornherein finanziell zu fördern, ohne andererseits festzulegen, was und in welcher formalen Struktur schlußendlich „hinten rauskommen“ soll.

### 5.2. Definition eines Modellierungswerkzeuges

Die aus dem Gesetz abgeleiteten Überprüfungsvorschriften müssen in konkrete Computerprogramme übersetzt werden. Prinzipiell könnte diese Aufgabe ein/e gelernte/r Programmierer/in übernehmen. Bei genauer Betrachtung der einzelnen Vorschriften läßt sich allerdings erkennen - die Analyse weiter oben hat das ja bereits vorweg genommen - daß allein aus dem Gesetzestext nicht immer konkrete Programmierbefehle eindeutig ableitbar sind. Für solche Stellen, wo das Gesetz nur einen losen Rahmen vorgibt oder nur allgemein gehaltene Zielformulierungen enthält, muß dem Sachbearbeiter ein Werkzeug zur Verfügung gestellt werden, mit dem *er selbst* in die Lage versetzt wird, eigene Überprüfungsroutinen auf dem Computer zu entwickeln.

Daher zuerst einmal eine kurze *Betrachtung des Benutzers*:

- Er ist kein Programmierer.
- Er ist (typischerweise) Sachverständiger mit entsprechender inhaltlich-fachlicher Qualifikation.
- Er ist zwar kein GIS-Experte im engeren Sinn,
- hat aber aufgrund seiner Ausbildung ein „geographisches Grundkonzept“: Er versteht z.B. Konzepte wie: „räumlicher Puffer“ (Abstand, Metrik), „ist benachbart mit“ (Topologie), „ist Teil von“ (räumliche Hierarchie, Ordnungsstrukturen), etc.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln gesehen, brauchen viele Überprüfungsvorgänge Interaktion mit dem Anwender. Die *Art der Interaktion* kann dabei sein

- einfach: z.B. die zahlenmäßige Angabe von bestimmten frei zu wählenden Parametern (ÖV-Einzugsgebiete von z.B. 500m Gehweg um die Haltestellen) oder
- komplex: eigene räumliche Modelle definieren (z.B. Bevölkerungspotential eines Standortes, Ableiten verschiedener Kompaktheitsmaße).

Der Benutzer muß also manchmal selbst seine Modellvorstellungen dem Rechner vermitteln können, ist aber i.a. kein Programmierer. Wie kann das also funktionieren?

Es wird davon ausgegangen, daß der Benutzer prinzipiell weiß, aus welchen Daten welche Ergebnisse wie abgeleitet werden können (oder anders formuliert: welche Ausgangsdaten zu einer bestimmten Aussage auf welche Art und Weise verknüpft werden müssen). Wenn ihm also ein Satz von Funktionen angeboten wird, welche jeweils bestimmte Eingangsdaten in bestimmte Ergebnisdaten transferieren, wird er versuchen, ausgehend von seinen verfügbaren Daten, durch geeignete Aneinanderreihung (Kombination) der Funktionen, sein gewünschtes Endergebnis abzuleiten. Er ist dabei vor allem am Prozeß der Informationsgewinnung orientiert.

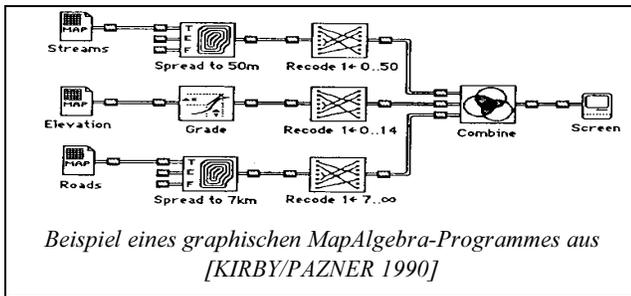
Diese Sichtweise des Benutzers kann durch das sogenannte *Datenflußkonzept* unterstützt werden. Da es für dieses Konzept eine recht einfache graphentheoretische Interpretation gibt, wird daher als möglicher Lösungsansatz für das Modellierungswerkzeug eine *graphische Programmiersprache* vorgeschlagen.

Diese Vorgangsweise mit Hilfe von Flußdiagrammen wurde bereits in [KIRBY/PAZNER 1990], [ERDAS 1994], [ALBRECHT et al. 1996] und auch von Peter Burrough in seinem mittlerweile klassischen, aber immer noch aktuellen Lehrbuch [BURROUGH 1986, p. 81ff] eingeschlagen. Mit der vorliegenden, ersten graphischen Aufbereitung der Gesetzestexte (siehe Beispiele weiter vorne) wurde ebenfalls dieser Weg bereits beschritten.

Ganz kurz zu den graphentheoretischen Grundlagen: Ein gerichteter Graph besteht aus einer Menge von Knoten und einer Menge von gerichteten Kanten.

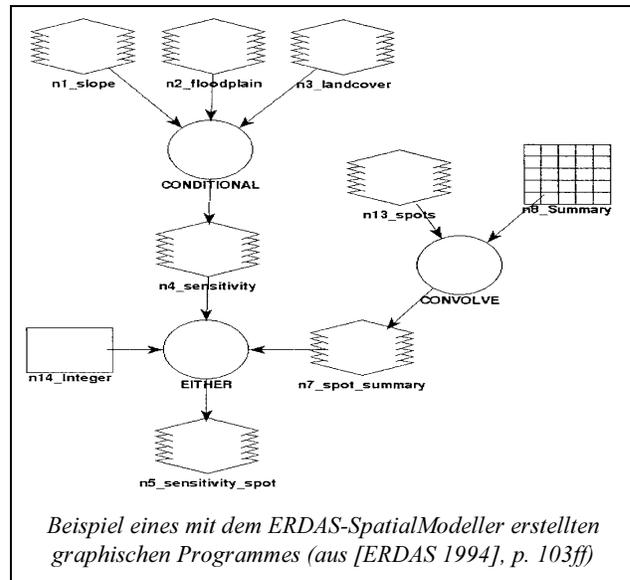
- *Knoten* repräsentieren
  - *Daten* (geographische Datenschichten und/ oder alphanumerische Tabellen und Skalare) und
  - *Operatoren/Funktionen* (diese überführen i.a. eine oder mehrere Eingangsgrößen/-datenschichten in eine oder mehrere Ergebnisdatenschichten)
- Gerichtete *Kanten* definieren den
  - *Datenfluß* zwischen den Knoten

Zur Illustration mögen zwei Beispiele aus der Literatur dienen:



Einige **Vorteile**, welche sich aus diesem Konzept ergeben, sind folgende:

- Es ist leichter zu erfassen als ein klassisches Computerprogramm („Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte“).
- Es ist daher auch leichter einzugeben und zu warten.
- Methodische Fehler fallen in dieser graphischen Representation leichter auf als in einem geschriebenen Text (konventionelles Computerprogramm).
- Es führt durch seine klare, graphische Struktur zu einer guten Selbstdokumentation und fördert somit die Nachvollziehbarkeit des zugrundeliegenden Modells.
- Wenn ein solcher Graph keine Schleifen enthält (DAG = *directed acyclic graph*), dann ergibt sich die konkrete Reihenfolge der Abarbeitung des Modells automatisch durch Verfolgen der gerichteten Kanten. Der Benutzer (Modellbauer) ist also von dieser lästigen Aufgabe des „die-Dinge-in-die-richtige-Reihenfolge-Bringens“ befreit und das System programmiert sich „quasi wie von selbst“.

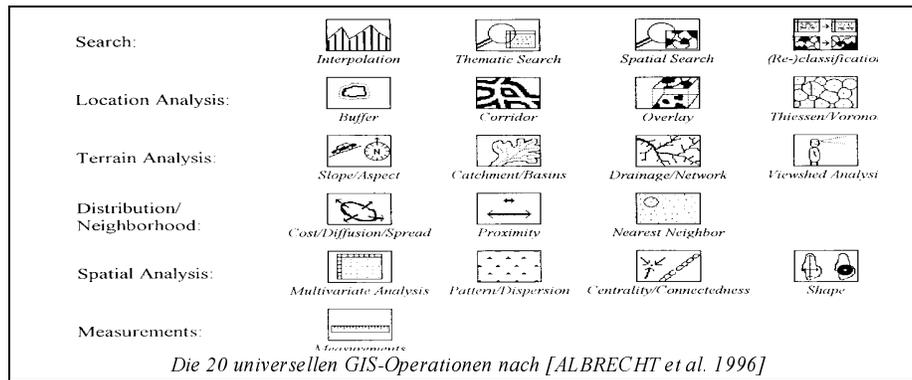


Enthaltene **Grundbausteine** (Funktionen, „Knoten“):

Diese sind nach nochmaliger Analyse der aus dem Gesetz abgeleiteten Operationen zu definieren - prinzipiell enthalten sind aber sicher

- die grundlegenden Befehle der Map Algebra (Raster-GIS: lokale, fokale, zonale, globale Operatoren). Für ausführliche Betrachtungen siehe [BURROUGH 1986, p. 81ff] und [TOMLIN 1990].
- Topologische Funktionen (Vektor-GIS)
- Distanz- und Netzwerkwerkfunktionen (MIV-/ÖV-/Rad-/fußläufige Erreichbarkeiten)
- Selektionsfunktionen (geographisch und attributiv)
- Alphanumerisches Tabellen- und Attribut-Management (SQL-Anbindung, Table-Joins)
- Entscheidungsfunktionen (Ja/Nein-Entscheidungen → Steuerfluß)

Auch hier wurden in der Literatur bereits Vorarbeiten geleistet. [ALBRECHT et al. 1996] versuchen zum Beispiel, einen relativ kleinen Satz von sog. universellen und datenstrukturunabhängigen GIS-Operationen zu definieren (siehe die folgende Abbildung). Der Anwender muß sich dabei nicht um die konkrete Datenstruktur kümmern, sondern kann sich auf das Erlernen und Anwenden der angebotenen Funktionen beschränken.



### 5.3. Entwicklung eines Prototyps

Die Implementierung einer Modellierungs-Shell verläuft in zumindest zwei Schritten:

- zuerst wird das graphentheoretische Grundkonzept definiert und implementiert und
- dann die einzelnen Funktionen (Operatoren) sukzessive ins System integriert (Prinzip: Wichtiges und Einfaches zuerst, siehe auch Punkt 4. weiter unten)

Für die Entwicklung eines Prototyps wird zur Zeit erwogen, das Produkt ArcView-GIS zu verwenden. Warum gerade ArcView? Hier einige Gründe:

- Gleiche graphische Oberfläche und gleiche Funktionalität auf allen unterstützten Plattformen (Windows, Unix, eingeschränkte AppleMacintosh).
- In der aktuellen Version 3.0 erhöhte Analysefunktionalität durch den SpatialAnalyst (Raster-GIS-Funktionen) und den NetworkAnalyst (Netzwerk- und Erreichbarkeitsfunktionen). Durch diese Erweiterungen wurde ArcView zu einem „kompletten“, hybriden GIS.
- ArcView ist programmierbar mittels der proprietären Programmiersprache AVENUE.
- Ab der nächsten Version 3.1 besteht eine gute Programmierbarkeit der Benutzerschnittstelle durch einen DialogDesigner (funktioniert ähnlich VisualBasic, Beta-Version ist am Institut verfügbar).
- Kompatibilität mit ARC/INFO, das im Amt der NÖ-Landesregierung bereits eingesetzt wird.
- Verfügbarkeit und gutes Know-How am Institut für Stadt- und Regionalforschung (SRF-TU-Wien).

### 5.4. Neuformulierung der vorhandenen Datenflußgraphen gemäß obigen Spezifikationen, sowie Test an konkreten Datensätzen und kritische Reflexion der Ergebnisse

Dazu ist der Dialog mit und die Unterstützung seitens der Behörde (Amt der NÖ-Landesregierung, Abteilung R/2) unbedingt notwendig. Es soll ja nicht am potentiellen Anwender „vorbeiprogrammiert“ werden.

Einige wichtige Fragen dabei werden sein:

- Anforderungen an die Benutzerschnittstelle
- Dringlichkeit der einzelnen Module/Überprüfungsroutinen
- Datenverfügbarkeit

## 6. LITERATUR:

ALBRECHT Jochen, BRÖSAMLE Hartmut, EHLERS Manfred (1996): VGIS - a Graphical Front-End for User-Oriented Analytical GIS-Operations, in: Kraus, Waldhäusl (Hrsg.): Proceedings of the 18<sup>th</sup> Congress of ISPRS, Vienna, Austria, 1996.

- AUFHAUSER Stefan, AUFHAUSER-PINZ Margit (1996): Entwurfsrichtlinien für die Aufstellung und Erlassung von digitalen örtlichen Raumordnungsprogrammen, im Auftrag des Amtes der Nierösterreichischen Landesregierung, Abteilung R/2, unveröffentlichter Rohentwurf, Herzogenburg.
- BURROUGH Peter (1986): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford.
- ERDAS (1994): Imagine Production Tour Guides, ERDAS IMAGINE Ver.8.1, Erdas Inc., Atlanta, Georgia, 1994.
- KALASEK Robert (1996): Implementierung Kommunalen Informationssysteme in Österreichs Gemeinden, Diplomarbeit durchgeführt am Institut für Örtliche Raumplanung der Technischen Universität Wien.
- KIRBY Chris, PAZNER Micha (1990): Graphic Map Algebra , in: Brassel, Kishimoto (Hrsg.): Proceedings of the 4<sup>th</sup> Symposium on Spatial Data Handling, Zürich, Switzerland, 1990.
- TOMLIN C. D. (1990): Geographic Information Systems and Cartographic Modelling, Prentice-Hall, Englewood Cliff, New Jersey.
- WIDMANN Nikolaus (1996): GIS-unterstützte Beurteilung digitaler örtlicher Raumordnungsprogramme in Niederösterreich, Diplomarbeit durchgeführt am Institut für Stadt- und Regionalforschung der Technischen Universität Wien (SRF-TU-Wien).