

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	ii
Abbildungsverzeichnis	iii
1 Einleitung	1
1.1 Allgemein	1
1.2 Umfeld	1
1.3 Kurzübersicht	2
1.4 Aufgabenstellung	3
2 Methoden	4
2.1 Modelle	4
2.1.1 Gesamtmodell-Input Netzwerkgraph	4
2.1.2 Normierte Geodaten	5
2.1.3 Clustermode ll	6
2.1.4 Routingmode ll	7
2.2 Lösung der Aufgabenstellung	8
2.2.1 Mathematisches Konzept	8
2.2.2 Vorabschätzung über MST Ansatz	9
2.2.3 Leaf-Backward Algorithmus	10
2.2.4 Implementierungskonzept	10
2.2.5 Implementierung	11
3 Ergebnisse	12
3.1 Pichler Ergebnisse	12
4 Conclusio	13
Bibliography	14
A appendix	15
A.0.1 Begriffserklärungen	15

Abbildungsverzeichnis

2.1	Digitale Katastralmappe	6
2.2	Cluster	7
2.3	Maximale Routinglänge	8
2.4	Minimal Spannender Baum-MST	9
2.5	Ablaufdiagramm	10

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Allgemein

Aufgrund des täglich steigenden Datenaufkommens und der damit verbundenen benötigten Infrastruktur besteht ein Wettbewerb zwischen den Datennetz-Anbietern. Existierende Datennetze werden von Errichtern vielfach auch an konkurrierende Anbieter vermietet, da es nicht lukrativ wäre, wenn jeder Anbieter sein eigenes Netzwerk errichten würde. Hierfür werden Mietgebühren verlangt, welche von der Austrian Regulation Authority for Broadcasting and Telecommunications (RTR), festgelegt werden. Da die tatsächlichen Kosten der bereits bestehenden Infrastruktur, die für diese Verkabelung von der Telekom Austria angefallen sind, nicht mehr nachvollziehbar sind, werden Modelle benötigt, welche eine völlig neue Verkabelung oder verschiedene Szenarien eines Ausbaues simulieren, um einen fairen Preis festlegen zu können. Bislang existierende Modelle besitzen einen hohen Abstraktionsgrad, dass bedeutet das die Ergebnisse nur schwer in die realen Gegebenheiten/Bestände übertragen werden können. Deshalb sind sie weder für Netzwerk-Errichter noch für Regulatoren von großen Nutzen, da sie nicht für eine Grobplanung oder eine Modellierung herangezogen werden können. Die Ergebnisse solcher Programmes sollte, für die Festlegung der Mietkosten herangezogen werden können oder einer Investitionsabschätzung dienlich sein.

Darum wurde ein Programm namens RTR_R2008a entwickelt und implementiert. Dieses liefert Ergebnisse, die den realen Umständen nahekommen. Jedoch beinhaltet das Programm noch Schwachstellen, wie zum Beispiel die Begrenzung der maximal zulässigen Kabellängen, die es zu beseitigen gilt [1].

1.2 Umfeld

Das Programm RTR_R2008a unterteilt Wählamtsbereiche in Sub-Bereiche. Die Größenbestimmung dieser Sub-Bereiche erfolgt über Parameter und geschieht im Cluster Modell des Programms. Diese Parameter beziehen sich auf maximalen/absoluten Informationsgehalt bzw. maximaler/absoluter Dilatation des Wählamtsbereichs, nicht aber auf die maximal mögliche Versorgungslänge von der Quelle (Distribution Center) zur Senke (Anschlussobjekt). Es besteht ???Referenz(wie im Projekt Versorgungslängenintensivität gezeigt)??? ein Zusammenhang zwischen Parametereinstellungen im Cluster Modell und der daraus resultierenden, maximalen Versorgungslänge in den Sub-Bereichen. Jedoch können formal keine Einschränkungen bezüglich maximal möglicher Versorgungslängen im Cluster Modell getätigt werden [6].

Hierfür wird ein Graph generiert, welcher die Wählamtsbereiche der Telekom Austria simuliert und die entsprechenden Anschlussobjekte aufzeigt [1].

Diese Struktur besteht aus:

Trassierung : Entspricht dem tatsächlichen Trassenverlauf

Netzwerkkomponenten : Komponenten welche sich tatsächlich im Einsatz befinden (z.B.: Kabeltype, Anzahl der Leiter etc.)

Dabei sind im Anschlußbereich folgende Geodaten [2] zu beachten:

Anschlussbedarf : Anschlussbedarf in einem Raster (Ein solcher Raster beträgt 125x125m)

Topologie : Reale Topologie des Anschlussbereiches mit den dazugehörigen Flächennutzungsdaten

Infrastruktur : Eventuell nutzbare Infrastrukturen für den Netzausbau, wie zum Beispiel Kanäle oder Lehrverrohrungen

1.3 Kurzübersicht

Das Gesamtmodell beschreibt die einzelnen Schritte, welche durchgeführt werden müssen, um eine Simulation durchzuführen.

Der Ablauf ist in mehrere Schritte und Teil-Modelle gegliedert. Beginnend werden aufbereitete Geodaten [2] in einem Graphen dargestellt und in *.ist* Dateien abgespeichert. Diese Files dienen dem folgendem Modell als Input.

Darauf folgt der Schritt des Clustermodells (Kapitel 2.1.2). Hierbei wird eine Aufspaltung eines Graphen in Teilgraphen durchgeführt. Als Output werden drei unterschiedliche Hierarchieebenen erstellt. Die *Citynetzebene* ist eine Darstellung des Wahlamtsbereiches, die *Accessnetzebene* bildet die Verbindung von einem Wahlamt zu den Verteilern (distribution center in der jeweiligen Ebene) ab und *Accesszellebene* stellt die Verbindung vom Endteilnehmer bis zu den distribution center dar.

Der Datenoutput des Clustermodells dient als Input für das Routing Modell (Kapitel 2.1.4). In diesem werden die tatsächlichen Wege für die Trassenführung aufgrund der Faktoren, Flächennutzung und Bebauungsgrad nun abstrahiert und dargestellt. Der Daten-Output des Routingmodells bildet Trassenwege inklusive Anschlussobjekte ab, welche unter Rücksichtnahme der optimalen Kosten, genau dieser genügen. Des weiteren wird eine Auflistung der Kosten und Mengen z.B. der benötigten Leitungen generiert, die als Grundlage einer Investitionsabschätzung dienen [1].

Um das bestehende System zu optimieren, sollten die Beschränkung der maximalen Anschlusslängen bereits im Clustermodell und nicht erst im rechenintensiven Routingmodell durchgeführt werden.

1.4 Aufgabenstellung

In dieser Arbeit wird versucht eine Abschätzung zu treffen, bei welcher die maximale Versorgungslänge noch vor dem Routing Modell passiert. Bisher werden im Clustermodell die maximalen Anschlusslängen nicht direkt, sondern über den Informationsbedarf und die maximale Dilatation eingeschränkt. Gezeigt wurde dies im Projekt *Versorgungslängenintensität* Semester IV (???referenz???). Sollten die maximalen Versorgungslängen überschritten werden, wird das Clustermodell erneut durchlaufen, bis sie der Forderung der maximalen Anschlusslänge genügen. Um dies zu erreichen wird ein Code implementiert, welcher die maximalen Anschlusslängen bereits im Clustermodell bezüglich maximaler Versorgungslänge einschränkt. Dieser Modellierungsansatz beschreibt die Struktur eines Netzwerkes in der niedrigsten, der sogenannten Accessnetz-Ebene. Anwendbar ist diese Implementierung auf Graphen die einer Baumstruktur entsprechen, in diesem Fall *Accesszellebene* und *Accessnetzebene*.

Es handelt es sich um eine Vergleichsarbeit, die auf zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen basieren.

Kapitel 2

Methoden

2.1 Modelle

In diesem Kapitel wird auf die notwendigen Modelle und Methoden eingegangen um die Funktionalität dieser, und des weiteren auch den Zusammenhang des Modellierungs-Vorganges zu erläutern. Es handelt sich hierbei um eine Vergleichsarbeit, wobei die Unterscheidung in der Methodik liegt. In dieser Arbeit wird mit einem Baumalgorithmus ein minimal spannender Baum konstruiert, welcher in Folge mit dem Ergebnis eines Steiner Baums [3] verglichen wird. In Folge wird dieser Algorithmus als Minimal Spanning Tree [4] , kurz MST, bezeichnet.

2.1.1 Gesamtmodell-Input Netzwerkgraph

Für nähere Informationen wird für die Kapitel 2.1.1 und 2.1.3 auf [1] verwiesen, falls nicht anders angegeben.

Ein Anschlussbereich wird wie folgt als Netzwerkgraph dargestellt. $G = (V, E)$ mit V als Menge von Knoten und E als Menge der Kanten. Die Erstellung von Knoten und Kanten wird unter der Berücksichtigung der Geodaten-Attribute aus zuvor genannten Kapitel 2.2.1 realisiert.

Jeder Knoten $v \in V$ besitzt die folgenden Attribute:

- geographische Position
- Informationsbedarf $\pi(v)$

Der Informationsbedarf wird auf Basis der Mikrozellendaten identifiziert. Besitzt ein Knoten keinen Informationsbedarf, dann wird er mit $\pi(v) = 0$ belegt. Man spricht von einem spatialen Knoten, welcher nur aufgrund der Graphen-Konstruierung in der digitalen Katastralmappe (DKM) entstanden sind. Besitzt ein Knoten einen Informationsgehalt, gilt die Forderung $\pi(v) > 0$, es handelt sich um ein Anschlussobjekt. Es gilt zu beachten ob das Anschlussobjekt mit Kupferkabeln, oder aber mit Glasfaserkabeln versorgt wird. Wird es mit Kupferkabeln an das Netzwerk integriert, dann gibt der Informationsbedarf die Anzahl der Teilnehmeranschlusseinrichtungen wie z.B. Telefonen an. Diese Teilnehmer werden mit kurzen Stichleitungen, sogenannten "drop-wires"versorgt. Wird der Teilnehmer mit Lichtwellenleitern angebunden, so gibt der Informationsbedarf die Anzahl der Wellenlängen wieder, für welche eine entsprechende Anzahl von "drop-wires"gedemultiplexed werden müssen. Da Kanten $e \in E$ auch als Verbindungstrassen von spatialen Knoten und Anschlussobjekten dienen, werden sie in Nutzungsklassen eingeteilt. Das bedeutet nicht jeder Knoten mit Informationsgehalt $\pi(v) = 0$ darf verworfen werden, sondern es muss auch auf die Nutzungsklasse geachtet werden.

Workflow

Nachfolgend wird der Workflow einer Simulation beschrieben. Diese wird grundsätzlich in zwei Schritten ausgeführt. Im ersten Schritt wird ein Top-down Clustering durchgeführt, auf welches eine Bottom-up Optimierung folgt.

Top-Down Clustering

Um Netzwerke zu optimieren, ist es sinnvoll sie in Hierarchien einzuteilen. Eine Unterteilung in ein hierarchisches Netzwerk wird in Folge beschrieben. Dafür wird der Netzwerkgraph G in Teilgraphen $H_i \subset G$, $i = 1, \dots, m$ zerteilt. Jeder dieser entstandenen Teilgraphen spiegelt nun einen Accessnetzbereich (eine Ebene tiefer) wieder. Weiters wird jeder entstandene Teilgraph H_i weiter zerteilt in $K_{i,j} \subset H_i$, $j = 1, \dots, n_i$ und es ergibt sich nun das Accesszellennetz. Man erhält $K_{i,j}$ für die j -te Accesszelle im i -ten Accessnetz vom Teilgraphen H_i .

Somit wurde ein Netzwerkgraph in eine 3 Ebenen-Hierarchie unterteilt. Dieser Vorgang wird als Top-Down Clustering des Anschlussbereiches G bezeichnet.

Bottom-up Optimierung

Um eine Simulation bezüglich der Kosten optimieren zu können, wird das Netzwerk vom Grund auf neu, also Bottom-up simuliert. Die Teilgraphen T' stellen Kosten optimierte, mit dafür entsprechenden Modellen berechnete, Netzwerktrassierungen dar.

2.1.2 Normierte Geodaten

Normierte Geodaten stellen die generalisierten, topologisch korrekten Nutzungsflächen der Digitalen Katastralmappe (DKM) dar, die um für die Graphgenerierung relevante Flächen wie Straßenkreuzungsflächen und Querungsflächen (Eisenbahnübergänge, Brücken über Gewässer) automatisiert bzw. semiautomatisiert erweitert werden.

Aufgrund von räumlichen Analysen und auf Vertriebsinformationen basierend, werden branchenspezifische Umsatzpotentiale für Standorte der Anschlussobjekte bestimmt. Hierbei werden die Faktoren der bestehenden Netzinfrastuktur und die nutzbare Infrastruktur in den Geobasisdatensatz integriert. Als bestehende Netzinfrastuktur versteht sich das Stromnetz und das Glasfasernetz, und unter nutzbarer Infrastruktur werden unter anderem existierende Leerverrohrungen, welche es zu nutzen gilt, verstanden. Die Umsetzung erfolgt mittels eines FME (Feature Manipulation Engine)-Modells, in welchem eine automatisierte Aufbereitung eines jeweiligen Gebietes auf Basis der definierten Geobasisdaten erfolgt [2].

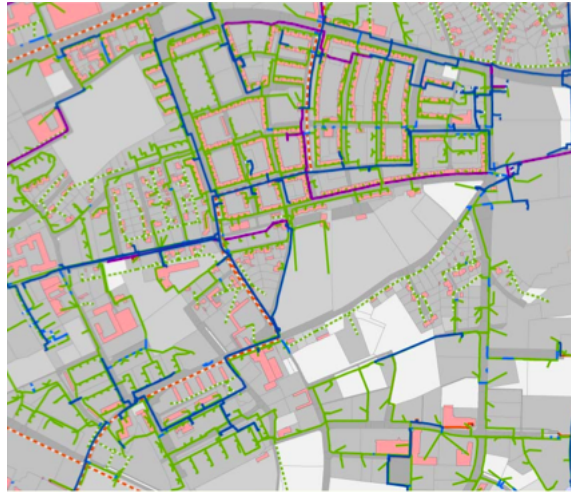


Abbildung 2.1 Ausschnitt der digitalen Katastralmappe [2]

2.1.3 Clustermodell

Wahlamtsbereiche die als Ausgangspunkt dieser Berechnung dienen, werden durch Zerlegung des Ausgangsgraphen in Cluster unterteilt. Mit Hilfe einer Toolbox, welche im bestehenden Programm implementiert ist, werden Wahlamtsbereiche in kleinere Subgebiete, den Accessnetz Domains unterteilt. Die sich ergebenden Accessnetz Domains werden abermals unterteilt, wobei man als Output Access Zellen erhält. Der gesamte Vorgang der Zerlegung eines Gebietes in kleine Subgebiete, wird als Clustern bezeichnet und verläuft in einer Top Down Strategie.

Hierbei wird für einen Netzwerkgraphen $G = (V, E)$ eine Zerlegung in Teilgraphen vorgenommen. Teilgraphen werden als $G' = (V, E)$ bezeichnet. Beschränkt wird die Zerlegung auf die Summe der maximalen Teilgraphenlängen.

$$\sum_{i=1}^m \max \{ \|u - v\|_2 : u, v \in V_i \times V_i \text{ mit } \pi(u) > 0, \pi(v) > 0 \} \quad (2.1)$$

Es gilt die Teilgraphanzahl m und den minimalen Teilgraphdurchmesser zu finden, wobei die maximale Versorgungslänge auf den Teilgraphdurchmesser beschränkt ist.

$$\max \{ \|u - v\|_2 : u, v \in V_i \times V_i \text{ und } \pi(u) > 0, \pi(v) > 0 \} \leq d_{max} \text{ für } i = 1, \dots, m \quad (2.2)$$

Weiters gilt es die Bedingung des Gesamtinformationsbedarfs zu berücksichtigen. Die Summen der Teilinformationsbedürfnisse aller Teilgraphen, dürfen den Gesamtinformationsbedarf nicht überschreiten.

$$\sum_{v \in V_i} \pi(v) \leq \pi_{max} \text{ für } i = 1, \dots, m. \quad (2.3)$$

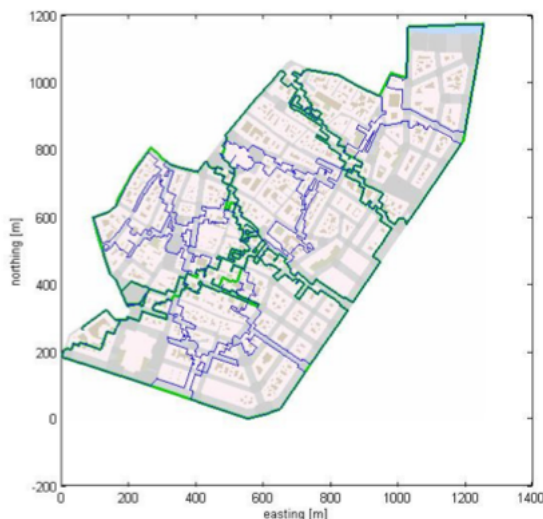


Abbildung 2.2 Bereichsunterteilung nach dem Clustermodell, ersichtlich ist die Einteilung in Access Netze (grün) und Access Zellen (blau) [6]

Die Lösung dieses Modells wird als Dens-Clustering bezeichnet. Wird die Forderung (2.1) dadurch ersetzt, dass alle Kanten welche die Teilgraphen H_i miteinander verbindet, zu einer oder auch mehreren Nutzungsklassen gehören müssen, so wird vom Barrier-Clustering Model gesprochen.

Beide Modelle werden heuristisch (siehe appendix A) gelöst. Wird Dens-Clustering verwendet, kann für ein gegebenes m eine exakte Lösung gefunden werden. Wird die Lösung von den Forderungen (2.2) oder (2.3) verletzt, dann wird m solange erhöht bis sie wieder erfüllt sind. Beim Verwenden von Barrier-Clustering werden die Teilgraphen durch Breitensuche solange initialisiert, bis man auf Kanten mit vorgegebenen Nutzungen stößt. Im Anschluss werden die Teilgraphen vereinigt bis eine der Bedingungen (2.2) oder (2.3) verletzt wird.

2.1.4 Routingmodell

Nach dem Clustern der unterschiedlichen Ebenen in Citynetz, Accessnetz und Access Zellen ist es nun möglich Routen in den einzelnen Teilbereichen zu berechnen. Beeinflussend auf die Wahl der Routen wirken Faktoren wie z.B. Kosten für Trassenführung. Diese sind in den Bereichen ländlich und innerstädtisch signifikant unterschiedlich und wirken nun auf die Erstellung eines Trassenverlaufes ein. Besondere Rücksicht wird unter anderem auf Gewässer genommen, da die Kosten um diese zu durchqueren, immens hoch sind. Um dem entgegenzusteuern wird dieser Parameter per default hoch angesetzt. Aufgrund der teilweise nicht möglichen Anbindung einzelner Anschlussobjekte, ergeben sich zum Teil lange Wege (Abbildung 2.2) [6].

Nachdem die Routen für alle Teilbereiche (Bottom Up) kostenoptimiert, bezüglich der Trassierungslänge, erstellt wurden, sind die Routinginformationen in vorgefertigten Dateien aufbereitet.

Im Programm RTR_R2008a entsprechen die Hierarchien Citynetz, Accessnetz und Access Zellen einem Netzwerkgraphen. Mittels Routing Modell wird eine kostenoptimierte Trassierung in den einzelnen Subgebieten eines Wahlamtsbereichs simuliert. Dabei wird eine Bottom Up –

Strategie verfolgt. Das bedeutet, dass zuerst alle Access Zellen, anschließend alle Accessnetze und danach Citynetze geroutet werden. Bei dieser Berechnung werden die Kanten so ausgewählt, dass

1. in jedem Anschlussbereich
 - a. genau eine Verbindung zwischen jedem enthaltenen Anschlussobjekt und einem Versorgungszentrum oder
 - b. zwei knotendisjunkte (siehe appendix A) Verbindungen für jeden Pool von Anschlussobjekten zum Versorgungszentrum existiert
2. und die Summe der Kosten der gewählten Kanten ein Minimum ist.



Abbildung 2.3 Beschränkung der maximalen Routinglänge aufgrund von Gewässern [6]

2.2 Lösung der Aufgabenstellung

2.2.1 Mathematisches Konzept

Suchverfahren und Markieralgorithmus

Die Suche startet bei einem Startknoten und bewegt sich über die günstigsten Kanten, zu den sich am nächsten befindenden Knoten. In diesem Ansatz wird auf die maximale Versorgungslänge Bezug genommen, weshalb eine exakte Wahl des Startpunktes vernachlässigt werden kann.

Grundlegend für Suchverfahren ist es wichtig, die bereits besuchten Ecken und Kanten zu markieren, um einen kreisfreien Graphen zu erhalten. Um Schleifen in der Suche zu vermeiden, werden nur Ecken besucht welche noch unmarkiert sind. Hierfür wird ein Markierungs-Algorithmus verwendet für den gilt:

1. Markiere den Startpunkt.
2. Solange es noch Kanten von markierter Ecke zu unmarkierter gibt, wähle diese und markiere die Endecke dieser Kante.

Die Kanten die nun verwendet werden, stellen einen Baum dar. In jedem Schritt wird eine Ecke markiert und es ergibt sich ein Algorithmus, welcher bei entsprechender Realisierung, der nach endlich vielen Schritten endet. Die erreichbaren Ecken müssen mit der Gesamtanzahl der Ecken im Graphen übereinstimmen. Die Laufzeit beträgt $O(n + m)$, während die Laufzeit des Steiner Baum Algorithmus $O = (nm + n^2 \log n)$ exponentiell ansteigt und nicht eindeutig bestimmt werden kann [5].

2.2.2 Vorabschätzung über MST Ansatz

Derzeit wird ein Steinerbaum zum Lösen der optimalen Routen verwendet. Mittels MST soll nun eine Abschätzung noch vor dem Routingmodell durchgeführt werden. Unter einem MST versteht sich ein Teilgraph eines Graphen, welcher in Form eines Baumes alle Knoten des Graphen beinhaltet. Das Gewicht eines Graphen, ist die Summe der Kantengewichte. Ein solcher Baum heißt minimal spannend, wenn kein anderer Spannbaum im selben Graphen, mit einem geringeren Gewicht existiert. Als Input dient ein Hauptgraph mit allen Kanten und Knoten [4].

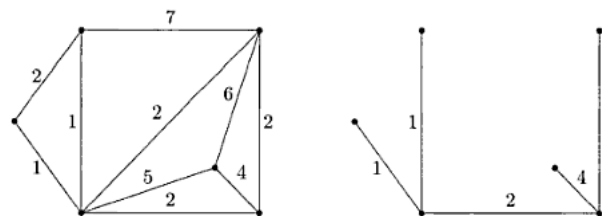


Abbildung 2.4 Beispiel eines Minimal Spannenden Baumes [4]

Mittels des Prim- Algorithmus wird ein MST erstellt. Dieser wird im Pseudocode beschrieben:

1. Wähle einen beliebigen Knoten v als Startgraph T (Distribution Center)
2. Wähle eine Kante e minimalen Gewichtes, welche noch nicht Teil von T ist
3. Füge dem Graphen T den Knoten v und die Kante e hinzu
4. Der Graph T ist der neue Startgraph
5. Wiederhole bis alle Knoten deinem Graph hinzugefügt sind

Als Output ergibt sich ein Untergraph $G'(V', R')$, mit den günstigsten Kanten und Knoten welche benötigt werden, um den minimal spannenden Baum für den ursprünglichen Graphen $G(V, R)$ bestimmen zu können [4].

2.2.3 Leaf-Backward Algorithmus

Der Output aus Kapitel (2.2.2) stellt nun einen minimal spannender Baum dar, welcher aber auch Knoten ohne Informationsbedarf beinhaltet. Nun müssen die Knoten ohne Informationsbedarf $\pi(v) = 0$ aber entfernt werden, wenn sie nicht spatiale Knoten/Verbindungsknoten sind. Es gilt für $v \in V$ folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

1. v hat mehr als einen Nachbarn
2. v ist $\pi(v) > 0$, also ein Anschlussobjekt
3. v ist als Distribution Center gekennzeichnet

Verletzt ein Knoten im Graph diese Bedingungen, so wird er und die zuführende Kante aus dem Graph entfernt. Dann beschreibt man den Pseudocode wie folgt:

```

Für alle  $v \in V$  führe aus {
    Wenn  $NACHBARN(v) = 1$  und  $\pi(v) = 0$  und  $istDistr(v) = false$ 
        do {
            delete( $v$ )
        }
}

```

Der Output-Graph entspricht nun einem zu approximierenden Steiner Baum.

2.2.4 Implementierungskonzept

Die Implementierung setzt sich aus den folgenden Teilschritten zusammen.

- Input der Geodaten
- Berechnen der günstigsten Wege im Graphen-MST Algorithmus
- Reduzieren der redundanten Knoten mittels Leaf-Backward Algorithmus
- Vergleiche Output Steiner Baum und MST

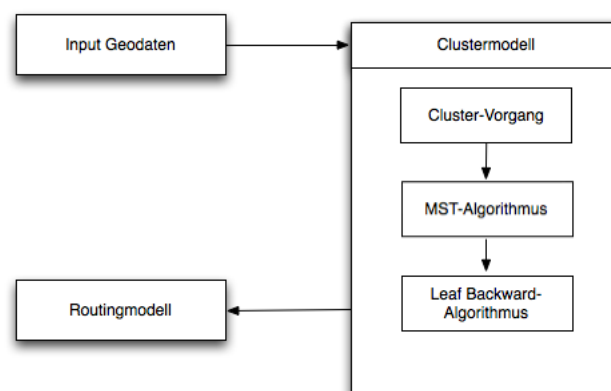


Abbildung 2.5 Ablaufdiagramm der Implementierung

2.2.5 Implementierung

Wie im Ablaufdiagramm ersichtlich, werden nun die Schritte in einzelnen Code-Beispielen beschrieben. Da das ClustermodeLL und die Aufbereitung der Geodaten bereits implementiert sind, werden diese im erste Schritt nicht weiter beachtet. Somit wird mit der Berechnung des MST begonnen. Als Input dient hierfür ein *.ist* File, in welchem sich die Geodaten befinden [7].

MST Algorithmus

Der Output ist wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, der kostengünstigste Untergraph. Es folgt der Schritt des Leaf-Backward Algorithmus, in welchem die redundanten Knoten des Graphen entfernt werden.

Leaf-Backward Algorithmus

Literaturverzeichnis

- [1] Bachhiesl,P.,et al;*Bottom up Kostenmodellierung von Hybridnetzen* , S. 85-88.
- [2] Paulus G., et al;*Entwicklung von kostenoptimierten räumlichen Szenarien für den strategischen Ausbau der Glasfasernetz-Infrastruktur am Beispiel eines Multi-Utility Unternehmens*, 2. Forschungsforum der österreichischen FHs, FFH 2008, 26-27 Mär 2008, Wels, Austria.
- [3] Jungnickel; *Graphs networks and algorithms*, 3. Auflage, Berlin Heidelberg, 2008
- [4] Krumke, Noltemeier: *Graphentheoretische Konzepte und Algorithmen*, 2. Auflage, Wiesbaden, 2009 S. 102.
- [5] Turau,V.,*Algorithmische Graphentheorie*, (Volker Turau), 3. Auflage, München, 2009 S. 94.
- [6] Bachhiesl,P.,et al;*Model-and parameter description for the bottom-up network simulation tool RTR_R2008a-Technical Report*, (Peter Bachhiesl)
- [7] Bachhiesl,P., *I - Laufwerk Info/NET/ CEIT/ NetworkModelling/ Routines/ Exercises/ Trees/ Laboratory01.m*

Anhang A

appendix

A.0.1 Begriffserklärungen

distribution center - Versorgungszentrum in der jeweiligen Hierarchie-Ebene

heuristisch: [Mathematik] unter geringem Aufwand kein optimales, aber ein meist brauchbares Ergebnis liefernd

Kanten - tatsächliche Verlegetrassen oder paarweise Verbindungen welche Knoten miteinander verbinden

Knoten - Anschlussobjekte oder Verbindungsknoten

knotendisjunkt: Wege, Pfade, Zyklen und Kreise in Graphen

spatiale Knoten - Knoten die sich aufgrund der Graphenkonstruktion ergeben, sind Verbindungsknoten ohne Informationsgehalt

Versorgungslänge in Accesszellebene- beschreibt die Distanz eines Endteilnehmers, bis zu den ihn sich am nächsten befindenden Versorgungszentrum (distribution center)